

**Aplicación de indicadores para establecer niveles de sostenibilidad barrial en tres
barrios en el municipio de Rionegro, Antioquia.**

Alexander Mendez Rincón

Trabajo de grado para optar por el título de Magister en estudios del territorio

Directora

Liliana Arboleda Morales

Candidata a doctora en Estudios Urbanos y Territoriales

Facultad de Arquitectura, Universidad Santo Tomas sede Medellín

Maestría en estudios del territorio

2024

Resumen

Los procesos de urbanización y consolidación de las estructuras urbanas generan una presión constante sobre los sistemas de soporte ambientales, lo que amenaza con convertir a la ciudad en un sistema insostenible. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de que las ciudades adopten niveles de eficiencia que disminuyan el consumo de recursos y aumenten la información organizada. Esto implica la incorporación de un modelo de ciudad compacta y compleja, eficiente en el consumo de recursos y socialmente estable (Rueda, 2010). Este es el planteamiento que propone la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Esta investigación tiene como objetivo generar un aporte práctico a la comprensión del territorio desde la escala barrial, a través del cálculo de siete indicadores de sostenibilidad urbana propuestos por la Agencia Ecológica de Barcelona. Estos indicadores permitirán realizar una interpretación de la situación actual de sostenibilidad urbana a nivel barrial en determinados ámbitos del municipio de Rionegro, Antioquia, con la intención de generar conocimiento que facilite un mejor entendimiento y contribuya a alcanzar un equilibrio, garantizando así la perdurabilidad del sistema urbano.

Esta investigación pretende generar un aporte práctico a la comprensión del territorio desde la escala barrial a través del cálculo de 7 indicadores de sostenibilidad urbana propuestos por la Agencia Ecológica de Barcelona que permitan realizar una interpretación de la situación actual de sostenibilidad urbana a nivel barrial en determinados ámbitos del municipio de Rionegro, Antioquia, con la intención de generar conocimiento que facilite un mejor entendimiento y contribuya a alcanzar un equilibrio y garantizar la perdurabilidad del sistema de ciudad.

Palabras claves: Urbanismo ecológico, Barrio, sostenibilidad, morfología urbana, ocupación del suelo.

Abstract

The processes of urbanization and consolidation of urban structures generate constant pressure on environmental support systems, which threaten to make the city an unsustainable system. This situation highlights the need for cities to adopt levels of efficiency where resource consumption is reduced and organized information increases, which implies the incorporation of a compact and complex city model, efficient in resource consumption and socially stable. , (Rueda 2010) this is the approach taken by the Barcelona Urban Ecology Agency.

This research aims to generate a practical contribution to the understanding of the territory from the neighborhood scale through the calculation of 7 urban sustainability indicators proposed by the Barcelona Ecological Agency that allow an interpretation of the current situation of urban sustainability at the neighborhood level in certain areas of the municipality of Rionegro, Antioquia, with the intention of generating knowledge that facilitates better understanding and contributes to achieving a balance and guaranteeing the durability of the city system.

Keywords: Ecological urbanism, neighborhood, sustainability, urban morphology, land occupation.

Contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	4
Índice de ilustraciones	7
Índice de tablas	8
Introducción.....	10
Cuestiones Previas y Metodológicas.....	15
Agencia Ecológica de Barcelona.....	15
Objeto	17
Hipótesis y Planteamiento del Problema.....	18
Objetivos.....	19
Justificación	19
Marco Teórico y Referencial	20
Sostenibilidad	20
Sostenibilidad Urbana.....	22
Urbanismo Ecológico	23
Sostenibilidad barrial.....	27
Capítulo 2: Municipio de Rionegro, Antioquia	29
Barrios seleccionados para la muestra	39
San Antonio De Pereira:	39
Rionegro (CENTRO):.....	40
Barrio El Porvenir:.....	41

Recolección de información	44
Recolección de información en campo.....	44
Recolección de información en campo barrio El Provenir	44
Recolección de información en campo barrio El Centro	45
Recolección de información en campo barrio San Antonio	46
Capítulo 3. Selección y clasificación de los indicadores	48
Relevancia en el marco del modelo de ciudad sostenible:	48
Viabilidad en cuanto a la disponibilidad de información de base:	48
Ámbito 01 Ocupación del suelo.....	49
Indicador 01: Compacidad Absoluta CA.....	49
Ámbito 02 Movilidad y Servicios.....	51
Indicador 02: Reparto del Viario Publico VP.....	52
Ámbito 03 Espacio Público y Habitabilidad	54
Indicador 03: Percepción del verde urbano PV	54
Metodología	54
Ámbito 04 Complejidad Urbana	55
Indicador 04: Equilibrio entre actividad y residencia AR.....	55
Ámbito 05 Espacios Verdes y Biodiversidad Urbana.....	57
Indicador 05: Superficie verde por habitante SvH	58
Metodología	58
Ámbito 06 Metabolismo Urbano	58

Indicador 06: Proximidad a puntos limpios PL.....	59
Ámbito 07 Cohesión Social	60
Indicador 07: Proximidad a los equipamientos Peq.....	61
Capítulo 4. Hallazgos	83
Capítulo 5. Discusiones y conclusiones.....	92
Hallazgos	92
Conclusiones:	94
Bibliografía	96

índice de ilustraciones

Ilustración 1 Áreas temáticas usadas en los proyectos de la BCN ecología	16
Ilustración 2 Proyectos realizados por la agencia con cálculo de indicadores.....	17
Ilustración 3 Función guía de la sostenibilidad.....	24
Ilustración 4 Modelo intencionado de ciudad	26
Ilustración 5 Distribución de la población del barrio Alto del medio en estratos	¡Error!

Marcador no definido.

Ilustración 6 Distribución de la población del barrio Alto del medio en estratos	35
Ilustración 7 Distribución de la población del barrio Porvenir en estratos.....	35
Ilustración 8 Distribución de la población del barrio Belchite en estratos	35
Ilustración 10 Distribución de la población del barrio San Antonio en estratos.....	¡Error!

Marcador no definido.

Ilustración 9 Distribución de la población del barrio Cuatro esquinas en estratos	36
Ilustración 11 Distribución de la población del barrio Santana en estratos.....	36

Ilustración 12 Distribución de la población del barrio El Faro en estratos	37
Ilustración 13 Distribución de la población del barrio El Centro en estratos	37
Ilustración 14 Distribución de la población del barrio Gualanday en estratos.....	37
Ilustración 15 Imágenes de vista aérea del barrio el San Antonio de Pereira	39
Ilustración 16 Imágenes de vista aérea del barrio el Centro	40
Ilustración 17 Imágenes de vista aérea del barrio el Porvenir.....	41
Ilustración 18 Mapas de los ámbitos de estudio elegidos	43
Ilustración 19 Clasificación temática de los indicadores elegidos	49
Ilustración 20 Ficha síntesis del indicador de compacidad absoluta	63
Ilustración 21 Ficha síntesis del indicador de reparto viario publico.....	66
Ilustración 22 Ficha síntesis del indicador de compacidad percepción del verde urbano	69
Ilustración 23 Ficha síntesis del indicador de equilibrio actividad residencia	72
Ilustración 24 Ficha síntesis del indicador de superficie verde por habitante	75
Ilustración 25 Ficha síntesis del indicador de proximidad a puntos limpios.....	78
Ilustración 26 Ficha síntesis del indicador de proximidad a los equipamientos.....	81

Índice de tablas

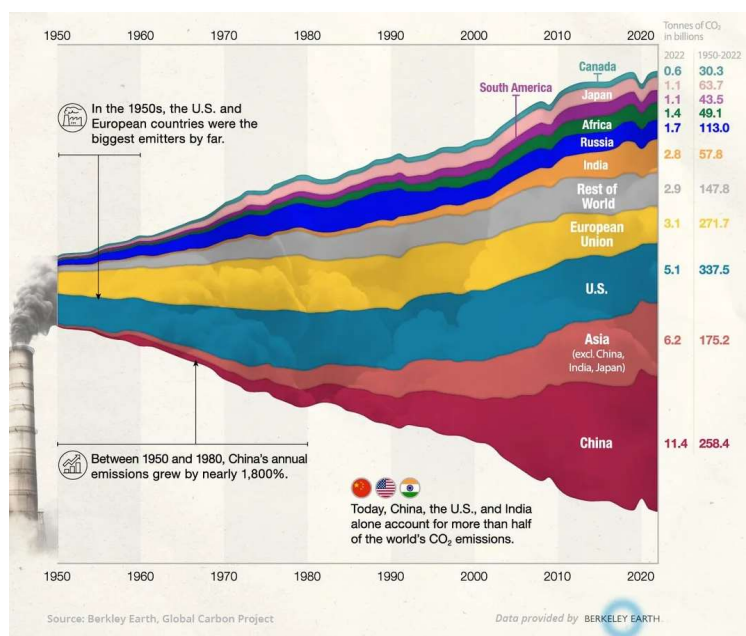
Tabla 1 Redistribución de los barrios en Rionegro, Antioquia	30
Tabla 2 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 1	31
Tabla 3 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 2	31
Tabla 4 Tabla 3 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 3	32
Tabla 5 Tabla 3 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 4	32
Tabla 6 Síntesis de evaluación de resultados de compacidad absoluta para los tres barrios....	65

Tabla 7 Síntesis de evaluación de resultados de Reparto del viario público para los tres barrios	68
Tabla 8 Síntesis de evaluación de resultados de percepción del verde urbano para los tres barrios.....	71
Tabla 9 Síntesis de evaluación de resultados de equilibrio actividad residencia para los tres barrios.....	74
Tabla 10 Síntesis de evaluación de resultados de superficie verde por habitante para los tres barrios.....	77
Tabla 11 Síntesis de evaluación de resultados de proximidad a puntos limpios para los tres barrios.....	80
Tabla 12 Síntesis de evaluación de resultados de proximidad a los equipamientos para los tres barrios.....	82
Tabla 13 Ficha síntesis de los 7 indicadores en le barrio el porvenir.....	83
Tabla 14 Ficha síntesis de los 7 indicadores en le barrio el San Antonio	86
Tabla 15 Ficha síntesis de los 7 indicadores en le barrio El Centro.....	89

Introducción

En el transcurso del último siglo, las emisiones de carbono han experimentado un aumento alarmante, principalmente como resultado de actividades humanas, como la industrialización, la deforestación y el uso intensivo de combustibles fósiles. Desde 1900, la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera ha aumentado de aproximadamente 300 partes por millón a más de 400 partes por millón en la actualidad. Este incremento está asociado no solo con un calentamiento global sostenido, sino también con cambios climáticos drásticos que afectan a los ecosistemas y a la vida humana en el planeta.

Ilustración 1 Emisiones de CO₂ desde 1950-2020

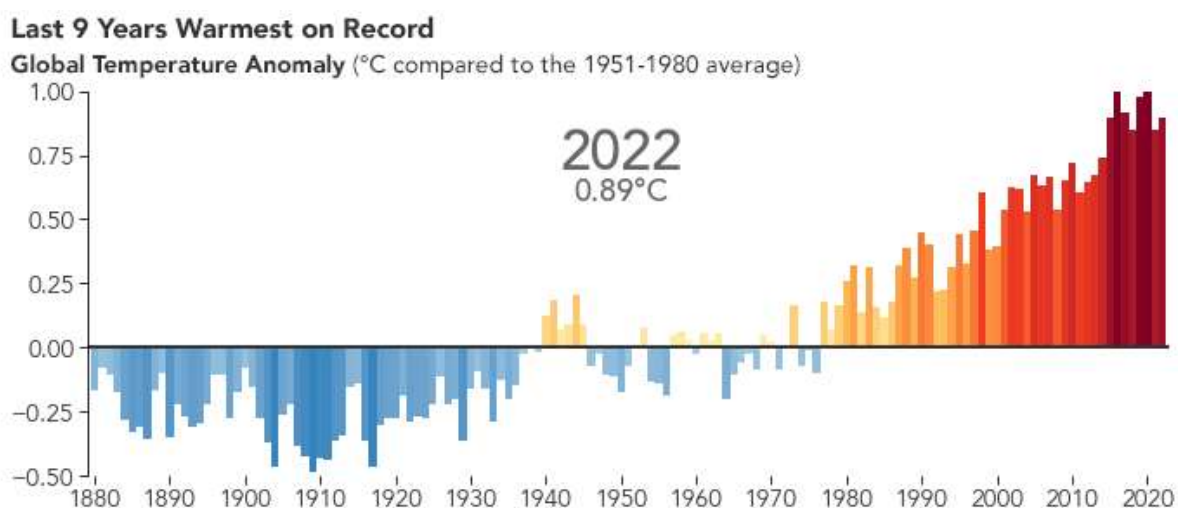


Fuente: Berkley Earth, Global Carbon project.

El aumento de las emisiones de carbono está intrínsecamente relacionado con el calentamiento global, que ha provocado el deshielo de glaciares y capas de hielo, así como la

expansión térmica de los océanos. Como resultado, el nivel del mar ha estado en ascenso constante, con estimaciones que indican un aumento de entre 15 y 25 centímetros en el siglo pasado. Este fenómeno no solo amenaza áreas costeras, sino que también altera patrones meteorológicos y climáticos, aumentando la vulnerabilidad de las regiones a fenómenos extremos, incluyendo tormentas y huracanes.

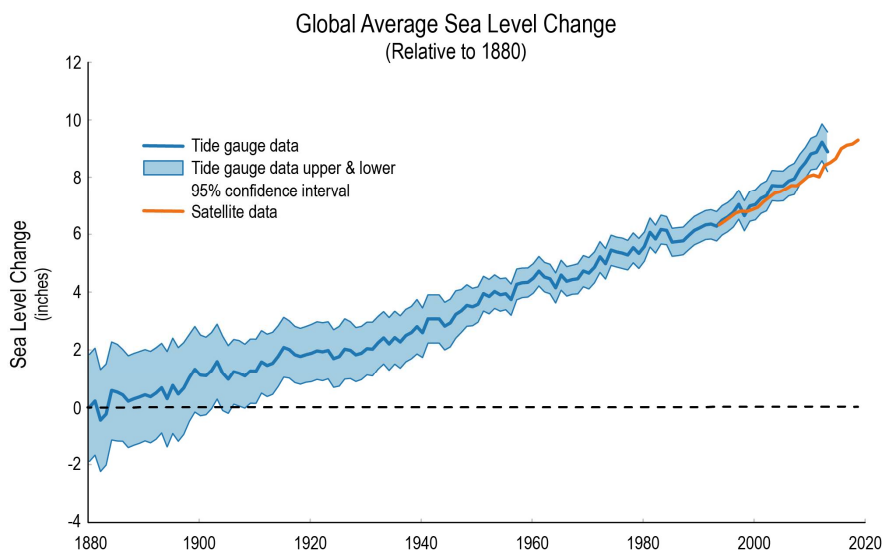
Ilustración 2 Anomalia de la temperatura global



Fuente: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>

El incremento en los niveles del mar ha contribuido significativamente a un aumento en la frecuencia y la intensidad de inundaciones en diversas partes del mundo. Las ciudades costeras, a menudo densamente pobladas, enfrentan el riesgo de inundaciones más severas y frecuentes, lo que pone en peligro la infraestructura, los ecosistemas y la vida humana. Estas inundaciones, exacerbadas por la interrelación de las emisiones de carbono y el cambio climático, representan un desafío crítico que requiere atención urgente en términos de políticas ambientales y de desarrollo sostenible.

Ilustración 3 Cambio de los niveles del mar a nivel global



Fuente: <https://www.eesi.org/papers/view/faq-climate-change>

Los cambios a largo plazo en las temperaturas del planeta y sus patrones climáticos, la disminución en la cantidad de recursos no renovables, y la depredación de la biodiversidad, junto con el crecimiento de las brechas entre estratos socioeconómicos, la exclusión y la inequidad, convierten el tema de la sostenibilidad urbana en un eje crítico de reflexión. Esta situación pone de manifiesto una profunda crisis que afecta no solo al ser humano, sino también al planeta y a todas sus especies. El reconocimiento de esta crisis subraya la necesidad de promover sociedades que sean económica, social y ambientalmente sostenibles.

Esta crisis de orden global, causada por la imposición de sistemas socioeconómicos sobre los sistemas naturales, exige políticas y estrategias destinadas a restaurar los ecosistemas deteriorados y recuperar el equilibrio ecológico perdido. Sin embargo, es fundamental reconocer que las causas y consecuencias de esta crisis son de naturaleza multiescalar y multidisciplinar, lo que implica que afectan diversos ámbitos: global, nacional, regional, local e incluso personal,

así como múltiples campos disciplinares, incluyendo la biología, la arquitectura, la economía y la política.

A partir de lo anterior, es importante destacar que uno de los mensajes fundamentales de la Agenda 21 enfatiza que la acción local es crucial para avanzar a nivel global. Esto busca concientizar sobre la importancia de la escala local en el desafío de alcanzar la sostenibilidad, entendida no solo como un movimiento ambiental, sino también como un enfoque integral que aboga por la reducción de la pobreza, el aumento de la equidad, la justicia social y la seguridad.

La Agenda 21, incluida en el Programa 21, fue instaurada durante la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible organizada por las Naciones Unidas en Río de Janeiro, Brasil, en 1992. Esta agenda propone la evaluación periódica de las ciudades a través de un sistema de indicadores urbanos como estrategia para lograr la sostenibilidad urbana.

En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción que busca el bienestar de las personas, la protección del planeta y la prosperidad para todos, además de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Los Estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron una resolución en la que reconocen que el mayor desafío del mundo actual es la erradicación de la pobreza, afirmando que sin este logro no puede haber desarrollo sostenible. La Agenda 2030 plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas integradas e indivisibles que abarcan las esferas económica, social y ambiental. Uno de los objetivos globales de la ONU es que las ciudades sean inclusivas, seguras y sostenibles (Cf. O.D.D.S., 2015).

Esta investigación propone la aplicación de indicadores de sostenibilidad a escala barrial en el municipio de Rionegro, Antioquia, dado que actualmente no existen mediciones de esta índole a esta escala en el municipio. Se considera importante intervenir de manera adecuada, eficiente y oportuna en procesos que contribuyan a la sostenibilidad barrial mediante la medición de siete indicadores de sostenibilidad urbana, extraídos de la amplia batería de indicadores desarrollados por la Agencia Ecológica de Barcelona (BCNecologia). Estos indicadores apuntan a evaluar los cuatro ejes del modelo urbano: compacidad y funcionalidad urbana, complejidad urbana, metabolismo urbano y cohesión social. Dichos indicadores pueden proporcionar una imagen sobre el estado de la sostenibilidad, lo que permite una mejor gestión y planificación de acciones a escala barrial que se replicarán de manera multiescalar.

Cuestiones Previas y Metodológicas

Este trabajo pretende, desde una escala barrial, determinar niveles de sostenibilidad urbana en el municipio de Rionegro, Antioquia, implementando la metodología de la Agencia Ecológica Urbana de Barcelona. Considerando la complejidad de la cuestión que se analiza, es preciso realizar unas declaraciones previas, contextualizando el trabajo de la Agencia Ecológica de Barcelona y abordando el objeto de estudio, la hipótesis, el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación y unas advertencias metodológicas básicas.

Agencia Ecológica de Barcelona

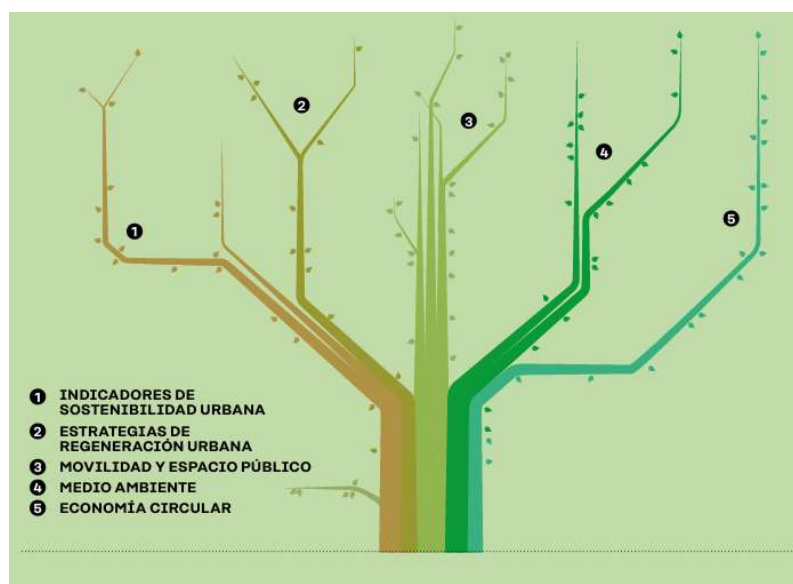
La Agencia es un organismo que tiene como misión la promoción del urbanismo ecosistémico, que promueve soluciones y alternativas a favor de la sostenibilidad para hacer frente a los retos de las ciudades y los asentamientos humanos en cualquier tipo de contexto y lugar del mundo. El ecólogo Salvador Rueda creó y dirigió la Agencia con la firme creencia de un futuro más sostenible para las metrópolis.

La carta para la planificación ecosistémica de ciudades y metrópolis fue aprobada en 2015. Este documento propone un enfoque urbano pionero, sostenible y ecológico que se materializa mediante el urbanismo ecosistémico y sus principios, ajustándose a los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de la ONU.

Normalmente se distinguen cinco áreas temáticas que estructuran la evolución de los proyectos, contenidos, metodologías y herramientas desarrolladas por la Agencia. La primera son los indicadores de sostenibilidad urbana, que constituyen la recopilación instrumental de la Agencia

como herramienta de análisis y evaluación cuantitativa. La segunda se refiere a las estrategias de regeneración urbana, que plantean la evolución del modelo urbano basado en supermanzanas. La tercera es la movilidad y el espacio público, que plantea la reorganización de la ciudad para devolverle la prioridad al peatón, luego a la bicicleta y al transporte público. La cuarta área se refiere al medio ambiente, que aglutina los proyectos orientados al análisis de los flujos de energía, ciclo del agua, calidad acústica, calidad del aire y biodiversidad. La quinta es la economía circular, en la que se ha desarrollado modelos innovadores de gestión de residuos.

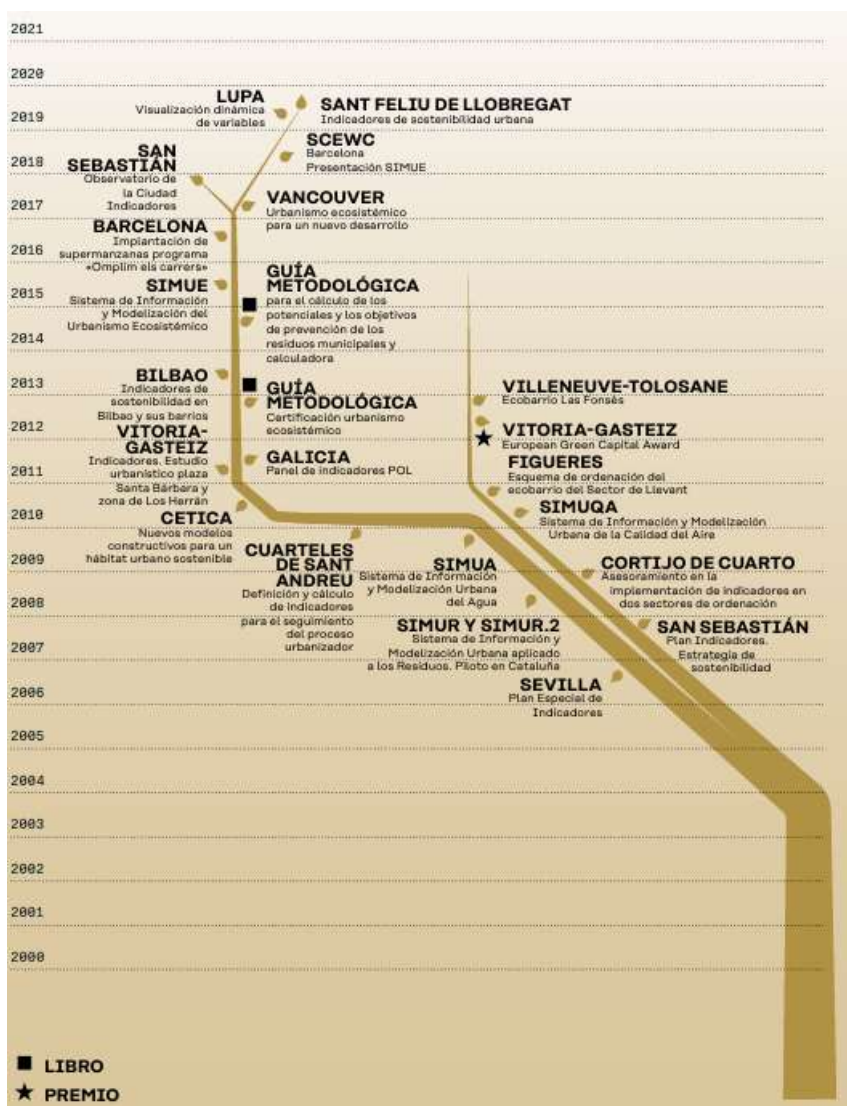
Ilustración 4 Áreas temáticas usadas en los proyectos de la BCN ecología



Fuente: BCNecología

A continuación, se relacionan en una línea temporal, los proyectos que ha realizado la agencia utilizando la aplicación de indicadores.

Ilustración 5 Proyectos realizados por la agencia con cálculo de indicadores



Fuente: BCN ecología

Objeto

El objeto de estudio de esta investigación es el barrio, unidad urbana poco estudiada. Este trabajo consiste en realizar, desde una escala barrial, la determinación de niveles de sostenibilidad urbana mediante la aplicación de indicadores de sostenibilidad urbana definidos dentro de la metodología de análisis de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Hipótesis y Planteamiento del Problema

En el trasfondo de este trabajo se encuentra la hipótesis de que los niveles de sostenibilidad urbana de un territorio, región, ciudad o municipio responden, de alguna manera, al contexto de las unidades mínimas que lo conforman. En nuestro caso de estudio, este contexto mínimo es el barrio; en consecuencia, esta investigación se ocupa de establecer la relación entre los niveles de sostenibilidad y el contexto barrial.

El municipio de Rionegro no cuenta con un diagnóstico a escala barrial de los niveles de sostenibilidad urbana. Se ha encontrado, en un rastreo inicial, información sobre indicadores que solo se refieren a la movilidad y a la planeación en general para el municipio, no a escala barrial. El suelo urbano del municipio se encuentra dividido en diez barrios: El Porvenir, Centro, El Hospital, Alto del Medio, Belchite, San Antonio, Gualanday, El Faro, Santa Ana y Cuatro Esquinas. Este es un escenario de gran complejidad, donde una visión general del territorio se hace insuficiente para obtener el entendimiento mínimo necesario para plantear políticas de ordenamiento en materia de sostenibilidad. Por lo tanto, se hace imperativo un conocimiento más específico, en el que la escala barrial juega un papel importante.

La Subsecretaría Ambiental de Rionegro mide su gestión a través de cuatro indicadores, que corresponden a tres indicadores del Plan de Desarrollo y un indicador de gestión relacionado con el procedimiento de Gestión Ambiental. Sin embargo, no se conocen indicadores de sostenibilidad integrales a escala barrial. Con este trabajo se pretende obtener una representación gráfica a través de cartografía de la situación de sostenibilidad encontrada durante la investigación, así como caracterizar los componentes urbanísticos de tres barrios del municipio de Rionegro y poder identificar y describir las potencialidades y falencias reales del territorio.

Objetivos

Con este trabajo se persigue alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Determinar niveles de sostenibilidad urbana para tres barrios del municipio de Rionegro, evaluados mediante la aplicación de indicadores de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Objetivos Específicos:

- Identificar contextos barriales diferenciales que permitan la aplicación de indicadores y la comparación de resultados.
- Estimar indicadores de posible medición en los ámbitos de estudio con el fin de establecer los niveles de sostenibilidad.
- Establecer la relación entre los niveles de sostenibilidad y el contexto barrial.

Justificación

La determinación y mejora en el entendimiento de los niveles de sostenibilidad urbana en el municipio de Rionegro, Antioquia, se pueden lograr mediante la aplicación de indicadores a nivel de barrios. Esta metodología permite identificar problemáticas y potencialidades específicas de cada zona, lo que a su vez brinda la oportunidad de planificar un desarrollo más sostenible para la ciudad en general. Además, el estudio comparativo de los tejidos urbanos aporta información específica y proporciona una visión diferente sobre la gestión territorial. Este enfoque tiene un valor teórico y disciplinar relevante, ya que cubre un vacío de conocimiento sobre la sostenibilidad urbana a nivel local. Además, aporta una evaluación técnica directa de la situación de los barrios analizados, lo que es esencial para generar recomendaciones y posibles generalizaciones para mejorar los procesos de planificación urbana sostenible en el municipio de Rionegro, Antioquia.

Marco Teórico y Referencial

Sostenibilidad

El término sostenibilidad, en su definición singular como adjetivo, no ofrece un significado relevante hasta no conocer cuál es la actividad que se describe como sostenible. Las políticas globales actuales giran en torno a una agenda de desarrollo sostenible; estos dos vocablos juntos parecen configurar una contradicción que se explica a continuación. En 1972 fue publicado un informe solicitado al MIT por el Club de Roma titulado “Los límites del crecimiento”. La conclusión de este informe plantea que en un planeta con recursos limitados no es posible proponer crecimientos exponenciales ilimitados, tanto poblacionales como económicos e industriales. Sin embargo, ya en 1972 preocupaba el crecimiento exponencial de la población, así como el crecimiento de la producción industrial; consecuentemente, el agotamiento de los recursos y el aumento de la contaminación. Cuarenta años después de este informe, el detrimento de los sistemas de soporte y la posibilidad de recuperarlos a nivel global se vislumbra aún más lejana.

Es por esto que al unir los dos vocablos desarrollo y sostenible, se está hablando de una contradicción, ya que el desarrollo implica crecimiento de carácter exponencial y este, a su vez, no puede ser sostenible. Según Naredo (1996), el término sostenible se utiliza más como un conjuro que como un término útil para solucionar los problemas del mundo real. Lo que pretende es evidenciar una preocupación por la salud de los sistemas ecológicos que sostienen la vida en el planeta, sin lograr reconvertir la sociedad industrial en bases más sostenibles.

Como vemos, el significado de sostenibilidad puede llegar a ser un concepto muy complejo, especialmente cuando su aplicación se hace a un sistema (como lo es la ciudad). En este sentido, entenderíamos el concepto de sistema como un conjunto de elementos relacionados entre sí. La definición que mejor engloba el término es la que manifiesta el Consejo Nacional de Iniciativas Ambientales:

“la sostenibilidad supone la mejora del nivel de vida conforme a la capacidad de carga del medio ambiente natural y urbano. La sostenibilidad supone que el consumo de recursos no supere la capacidad de la naturaleza para reemplazarlos. Aborda el mantenimiento de la biodiversidad, la salud y la calidad de vida en el futuro.” (ICLEI, 1994, citado en Higuera, 2009, p. 5). A pesar de su complejidad, se pueden reconocer algunas características fundamentales. Todos los sistemas que tienen existencia material son abiertos y mantienen intercambio de energía, materia e información con su ambiente. En consecuencia, el funcionamiento del sistema no solo depende del sistema mismo, sino también de los factores, elementos o variables provenientes del ambiente. Este ambiente puede conformar otro sistema que se convierte en el soporte de nuestro sistema principal.

Entre las diferentes líneas discursivas de la sostenibilidad se encuentra una que, para efectos de este trabajo, resulta muy adecuada: es la sostenibilidad del sistema socioecológico total, que plantea que la única opción que tiene sentido es procurar alcanzar la sostenibilidad del sistema socioecológico completo. Puede ser urbano o rural y puede definirse en diferentes escalas, desde lo local hasta lo global (Ospina, 2014). En esta aproximación socioecológica de la sostenibilidad se reconoce que los recursos naturales son insumos esenciales de la producción económica, del consumo o del bienestar, que no pueden sustituirse por el capital físico o humano. Se considera que hay componentes ambientales únicos y que algunos procesos ambientales pueden ser irreversibles. Es decir, para que la sostenibilidad sea fuerte, hay que mantener el agregado total del capital natural esencialmente en sus niveles actuales o, en su defecto, nunca por debajo de sus niveles mínimos. De acuerdo con lo anterior, toda trayectoria de desarrollo que conduzca a una reducción general del acervo del capital humano deja de ser sostenible, aunque aumenten otras formas de capital.

Sostenibilidad Urbana

La sostenibilidad urbana ha cobrado gran relevancia desde la década de los ochenta y contempla las dificultades que las ciudades pueden tener a futuro en muchos aspectos. La noción principal de sostenibilidad urbana es que las ciudades pueden ser ambientalmente sostenibles en un tiempo relativamente largo, y uno de sus cuestionamientos más frecuentes es: ¿cómo conseguir ciudades más sostenibles? La sostenibilidad urbana se fundamenta en conceptos multidisciplinarios tomados de la biología, economía, arquitectura y otras diversas áreas. El discurso de la sostenibilidad urbana es promovido a nivel global por la Organización de las Naciones Unidas; su primera mención fue en el programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos Hábitat I, 1976, en Vancouver, Canadá, hasta su implementación y puesta en práctica a través de la Agenda 21 en Europa, Estados Unidos y, a menor escala, en América Latina, donde se puede anotar la iniciativa de Ciudades Emergentes del Banco Interamericano de Desarrollo.

Dentro de la sostenibilidad urbana existe una aproximación ecosistémica a las ciudades, donde la ciudad es considerada como un sistema complejo que interactúa o se soporta sobre otros sistemas. Esto obliga a entender las transformaciones que suceden en el territorio desde todas las vertientes: ambientales, económicas y sociales. De acuerdo con Rueda (2012), esto a su vez propone que los sistemas de ciudad deben ser eficientes. Este concepto se toma de la ecología y se aplica al urbanismo ecológico. En la naturaleza, la permanencia en el tiempo de los sistemas complejos está relacionada con un principio de eficiencia, donde la organización del sistema aumenta; es decir, su complejidad aumenta con una reducción en el consumo de recursos.

El modelo urbano que mejor se ajusta, según lo anterior, es la ciudad compacta en su morfología, compleja en su organización, eficiente metabólicamente y cohesionada socialmente. Este modelo se propone tanto para la transformación de tejidos existentes como para el diseño de nuevos desarrollos urbanos (BCNEcología, 2018).

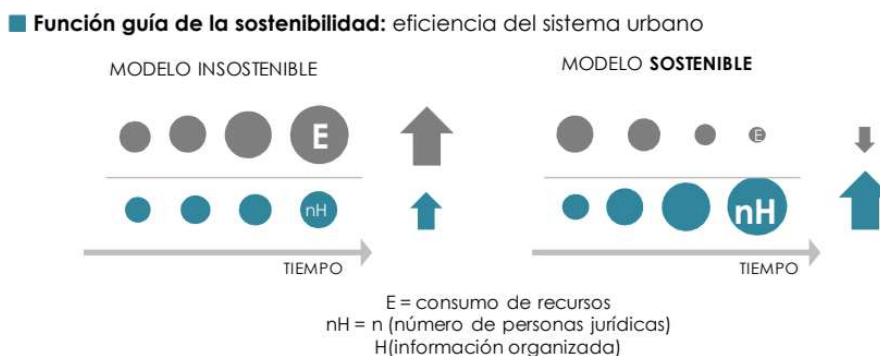
Urbanismo Ecológico

“Imaginar un urbanismo diferente al existente requiere una nueva sensibilidad, capaz de incorporar las contradicciones inherentes entre la ecología y el urbanismo. Este es el territorio del urbanismo ecológico.” (Mostafavi & Doherty, 2016). Dentro de las líneas de desarrollo del urbanismo ecológico, este trabajo se basa en el desarrollo teórico y la aplicación práctica que ha realizado la Agencia Ecológica de Barcelona, la cual lo denomina urbanismo ecosistémico. La sociedad industrial se ha caracterizado por un intento, fallido, de independizarse de las leyes de la naturaleza, en la creencia de que la tecnología, con la ayuda energética necesaria, lo resolvería todo. El resultado ha sido, en la mayoría de los casos, incluso a nivel global, un incremento de los impactos y la simplificación (entropización) de los sistemas. Paralelamente, el modelo económico de la sociedad industrial se ha ido alejando de las bases físicas que propugnaban los fisiócratas de la sociedad orgánica, sustituyéndolas por la monitorización y financiarización, cuyas bases son virtuales, sin soporte físico y totalmente alejadas de las leyes de la naturaleza, sin considerar a la especie humana como parte de la biosfera (Rueda, El Urbanismo Ecosistémico, 2019).

Actualmente, los territorios fundan su desarrollo en la explotación de sistemas de soporte naturales: suelos, materiales y energía. El aprovechamiento indiscriminado ha sido de tal magnitud que ha dañado en gran parte el mismo sistema de soporte que lo mantiene, debido a su impacto contaminante sobre este. Lo anterior plantea un gran escenario de incertidumbre a futuro. Nuestro sistema económico-financiero ha establecido que la competitividad entre territorios está basada en el consumo de recursos; el mejor organizado para consumir más materiales, más energía y mayor cantidad de suelo obtiene mayor ventaja competitiva, aumentando la entropía proyectada en el entorno. Esta es la causa principal de la insostenibilidad urbana y territorial.

Un modelo de contención, equilibrio y estabilidad, con nuevas propuestas de organización y funcionamiento, resulta básico para reducir la entropía proyectada en el entorno. El equilibrio y la permanencia en los sistemas complejos requieren esfuerzos de transformación. La función guía de la sostenibilidad es aquella que tiende a minimizarse en el tiempo en aquellos sistemas que maximizan la recuperación de entropía en términos de información y minimizan la proyección de entropía en el entorno mediante un menor consumo de energía, siguiendo una flecha que contribuye a una situación ideal más estabilizadora y más madura (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2009)

Ilustración 6 Función guía de la sostenibilidad



Fuente: BCN ecología

La reducción de las actuales incertidumbres solo es posible si se disminuye drásticamente el consumo de recursos y el impacto contaminante asociado. Esta reducción del consumo de recursos debe provenir de la desmaterialización de la economía, adoptando una estrategia de competencia basada en la información y el conocimiento, que sustituya bienes materiales por servicios desmaterializados. Obtener un modelo urbano más sostenible, a la vez que un modelo de ciudad del conocimiento, debería corresponder a una tasa de consumo energético cada vez menor, al tiempo que se incrementa significativamente la tasa de organización urbana, denotada como nH. De esta manera, se maximizaría la entropía en términos de información (Rueda, 2019).

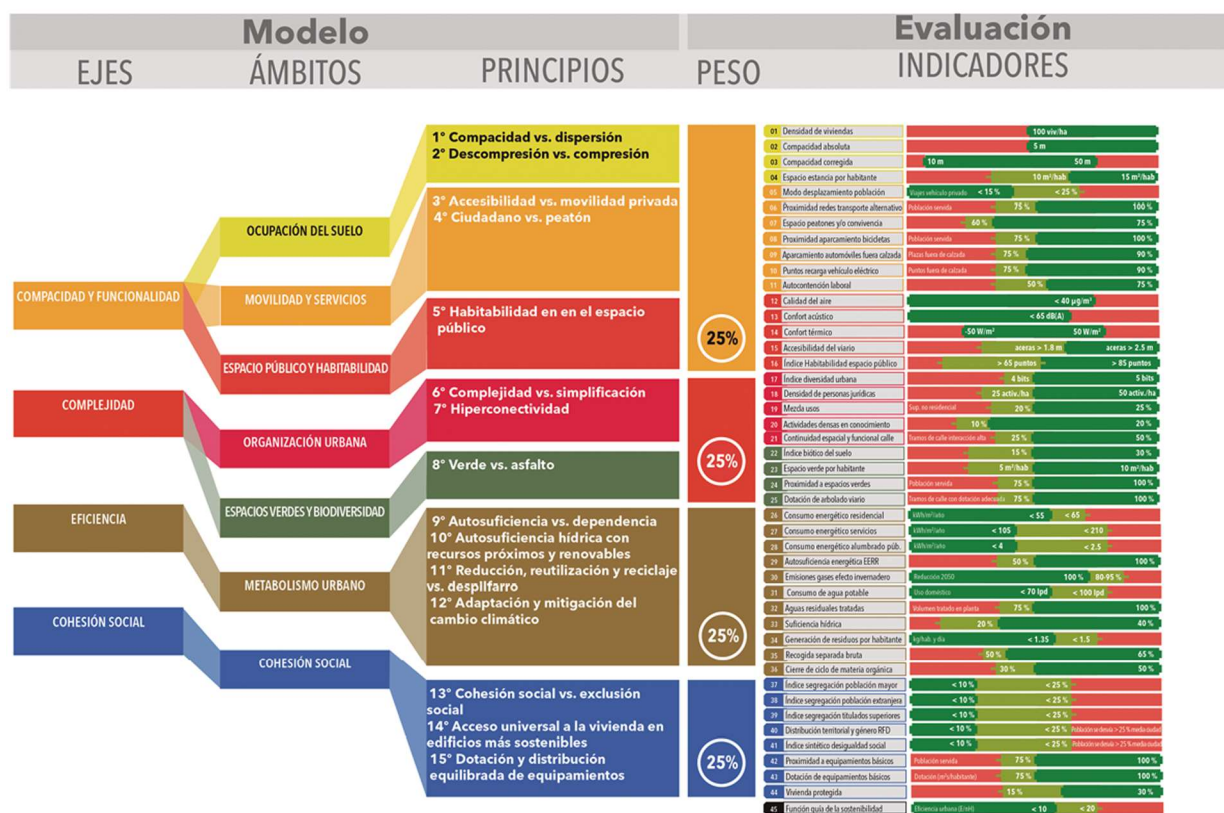
La ecología, en el contexto del urbanismo ecosistémico, será la disciplina integradora para comprender el ecosistema más complejo creado por el ser humano: la ciudad. Así lo plantea la Agencia Ecológica de Barcelona: “Los ecosistemas urbanos son los sistemas más complejos; si se pretende abordar su transformación de manera holística, estamos obligados a formular modelos sintéticos que incidan en los componentes principales de los sistemas urbanos” (Rueda, 2019, p. 6). Para ello, se propone un “modelo urbano intencional que es compacto en su morfología, complejo (mixto en usos y diverso) en su organización, eficiente metabólicamente y cohesionado socialmente” (Rueda, 2019, p. 7). Estos cuatro ejes mencionados sientan las bases del modelo urbano intencionado, y cada uno de ellos se compone de ámbitos diferentes. Por ejemplo, la compacidad y funcionalidad de la ciudad se refiere al eje que aborda la morfología y las soluciones formales; puede medirse en términos de movilidad, servicios, ocupación del suelo, espacio público y habitabilidad. De manera similar, la complejidad urbana evalúa el grado de mixtura de usos y funciones implantadas o a implantar, y se puede analizar desde dos ámbitos: la organización urbana y los espacios verdes y la biodiversidad.

Por otra parte, el metabolismo urbano busca la eficiencia de los flujos materiales, de energía y agua, y cuenta con un único ámbito: el metabolismo urbano. Finalmente, el último eje es la cohesión social, que trata de la convivencia y las relaciones entre las personas que habitan el espacio urbano y el propio espacio urbano. Este eje también posee un único ámbito, denominado cohesión social.

El urbanismo ecológico de la Agencia Ecológica de Barcelona propone 15 principios del urbanismo ecosistémico, cada uno de los cuales se asocia a un ámbito específico y, a su vez, a su correspondiente eje. Estos principios establecen las bases para lograr el modelo urbano intencionado. Para conocer el grado de cumplimiento de cada principio, se crea un sistema de indicadores, que en total suma 44. Los indicadores son herramientas concretas que apoyan el

diseño y la evaluación de políticas públicas, fortaleciendo decisiones informadas (Quiroga Martínez, 2021). Para su evaluación, los resultados obtenidos se comparan con valores máximos y mínimos, lo que indica el grado de equilibrio ecosistémico del área analizada y también el grado de conformidad con los principios y el modelo urbano intencional.

Ilustración 7 Modelo intencionado de ciudad



Fuente: BCN ecología

El panel de indicadores responde a un modelo de ciudad sostenible previamente definido. Constituye una herramienta que permite realizar un seguimiento y evaluación del estado y las tendencias de una ciudad en relación con este modelo más sostenible. Se trata de un potente instrumento que, a su vez, puede guiar futuros procesos de desarrollo urbano o

planes sectoriales de la ciudad. Su funcionalidad es doble: actúa como guía de orientación y como herramienta de evaluación en el cumplimiento de objetivos mínimos y parámetros deseables (óptimos) (Agencia Ecológica Urbana de Barcelona, 2010).

El propósito de esta investigación es aplicar siete de estos indicadores a tres barrios específicos del municipio de Rionegro, Antioquia. La decisión de seleccionar siete indicadores se basa en el hecho de que la Agencia Ecológica de Barcelona propone siete ámbitos de análisis que componen el modelo urbano intencionado. La idea es obtener resultados de cada uno de estos ámbitos para lograr un análisis integral, aunque no exhaustivo (Agencia Ecológica Urbana de Barcelona, 2010).

Sostenibilidad barrial

El concepto de barrio ha sido objeto de estudio en disciplinas como la geografía, la arquitectura, la sociología, la antropología urbana y la historia, entre otras. Según Fadda y Cortés (2007), “el barrio, entendido como una parte de la aglomeración urbana, es uno de los sectores, zonas o porciones en que se divide la ciudad”. Sin embargo, más allá de su característica espacial, el barrio denota una acumulación de tradiciones, maneras de hacer, modos de habitar y una serie de relaciones entre las personas que conforman su identidad propia. Así, el barrio se convierte en una unidad de análisis interesante, ya que muchas organizaciones sociales se constituyen a esta escala y se convierten en actores de transformación relevantes dentro del territorio.

Las ciudades, vistas como partes interconectadas, donde el barrio actúa como una escala intermedia que facilita un mayor contacto social y uso de recursos, se vuelven fundamentales en el análisis del territorio para el entendimiento general de la ciudad.

Capítulo 2: Municipio de Rionegro, Antioquia

El Oriente antioqueño es una de las nueve subregiones del departamento de Antioquia, que cuenta con 23 municipios y se divide en cuatro zonas: Altiplano, Embalses, Bosques y Páramos. En 2022, la población aproximada de esta subregión era de 717,384 habitantes, lo que representa el 10.42% de la población total de Antioquia y el 1.4% de la población de Colombia, según el último censo realizado por el DANE en 2018 y actualizado en 2019. Después del Valle de Aburrá, el Oriente antioqueño se destaca como una subregión de gran importancia económica, aportando el 10.4% del PIB departamental (Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño, 2023).

En los últimos 15 años, la subregión del Oriente ha sido la zona de mayor crecimiento en Antioquia. La mayoría de las dinámicas de desarrollo en esta área están vinculadas al municipio de Rionegro. Este municipio ha experimentado un notable aumento en su población, que, correlacionado con el crecimiento económico, pasó de 30,000 habitantes en 1964 a 149,786 en 2023, de acuerdo con la Secretaría de Salud y Protección Social de Antioquia, con tasas de crecimiento anual del 1.5% y 2.0%.

Las presiones urbanas y el crecimiento económico que ha experimentado Rionegro y la subregión del Oriente son resultado de la escasez de suelo en el Valle de Aburrá, la cercanía al aeropuerto José María Córdoba, el Túnel de Oriente, que reduce los tiempos de traslado entre Medellín y Rionegro, y el reasentamiento de empresas en el eje vial Medellín-Bogotá, así como el desarrollo de la agroindustria (Herrera, 2018).

Como consecuencia de lo anterior, se ha producido un crecimiento sostenido del aparato productivo y laboral del municipio, lo que ha permitido impulsar procesos necesarios para el desarrollo socioeconómico de la región. Esto se logra aprovechando

no solo su posición geográfica privilegiada, sino también su adecuada infraestructura física, vial, turística, cultural y educativa. Por otro lado, los excelentes resultados en materia fiscal en los últimos años han convertido a Rionegro en el municipio con mejor manejo fiscal en el país, lo que resalta su importancia en el contexto departamental y lo convierte en un ámbito de estudio interesante.

Mediante el Acuerdo 022 de 2021, el municipio de Rionegro aprobó el ajuste de la división político-administrativa del suelo urbano, redistribuyendo los barrios de diez (10) a quince (15), en respuesta a los nuevos desarrollos urbanísticos y a las dinámicas poblacionales y de ocupación actuales y futuras del territorio.

Tabla 1 Redistribución de los barrios en Rionegro, Antioquia

Comuna	Barrio antigua división política	Barrio nueva división política
Comuna 1 – Centro, Liborio Mejía	Belchite	Belchite
	El Centro	El Centro
	Alto del Medio	Alto del Medio
	El Hospital	El Hospital
		Fontibón
Comuna 2 – San Antonio de Pereira	El Faro	El Faro
	San Antonio	San Antonio
	Gualanday	Gualanday
		La María
Comuna 3 – Monseñor Alfonso Uribe Jaramillo	Cuatro Esquinas	Cuatro Esquinas
	Santa Ana	Santa Ana
		San Joaquín
Comuna 4 - El Porvenir	El Porvenir	El Porvenir
		El Carretero
		Barro Blanco

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento para la determinación de los barrios que conformarán la muestra de estudio se basa en la posibilidad de comparar las condiciones de los diferentes sectores del

municipio de Rionegro. Este proceso de selección implica la eliminación de aquellos barrios que no cumplan con los criterios establecidos, lo que reduce el número de posibles muestras. Finalmente, las muestras que cumplan con los criterios serán limitadas a tres ámbitos de estudio, de acuerdo con el alcance del proyecto de investigación.

Tabla 2 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 1

COMUNA 1 LIBORIO MEJIA					
Fontibon	El Centro	Alto del Medio	Belchite	Hospital	
Alejandro	Bazar de la Construcción	Alto del Medio	Alto de la Capilla	Alto de la Mosca	Kennedy
Arandanos	Centro	Bosques del Norte	Belchite	Altos del Lago	La Henriada
Arayanes	Consumo	Casas del Mar	Bomberos	Belen - El Campin	La Herradura
Fontibon	Galeria	Gilermo Gaviria Cordoba	El Hoyo	Bello Horizonte	Laureles
La Fortuna	Instituto	Jose Maria Cordoba	El Palmar	Camara de Comercio - Comare	Olivar
Los Cerezos	La Mina	La Inmaculada	La Colina	Campo Santander	Parque Empresarial
Mansanillos	La Pola	La Inmaculada Rafael Reinoso	La Esperanza	Edificio La Candelaria	Quebrada Amiba - Hospital
PP 04 Fontibon	Las Playas	Las Margaritas	Los Sauces	El Lago	San Juan de Laureles
Rio Campestre	Pepalpa	Mirador de San Nicolas		Horizontes	Senderos San Sebastian
Rio vivo	Rionegro Plaza	Quebrada Amiba - Alto del Medio		Hospital	Torreón Los Lureles
Veleros					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 2

COMUNA 2 SAN ANTONIO					
San Antonio		Gualanday		El Faro	La Maria
Barcelona	Los Alpes	Reserva de Llanogrande	Condominio Privado Gualanday IV	Baden Baden	La Maria
Bosques de la Pereira	Los Libertadores	San Antonio	Gualanday	Edificio Puente Real	
Cabanas de Tabatinga	Los Remansos I	San Barblo I	Quintas de Gualanday	El Faro	
Canto	Los Remansos II	San Barblo II	Resto - Gualanday	La Flauta Magica	
Corporacion Provienda	Loteo - San Antonio	San Miguel	Terragrande	San Cayetano	
Edificio San Tomas PH	Medieval	San Simon	Villas de Gualanday I	Sendai	
El Caney	Mirasol	Santa Maria Campestre	Villas de Gualanday II	Somer	
El Recinto	Pietra Santa	Santafe	Villas de Gualanday III	Villas del Rio	
Ipanema	Pietrasanta Campestre	Santillana			
Jardines de San Antonio	Portal del Caney	Sidney			
La Campina	Porton de Gualanday PH	Valle de los Santos			
La Margarita	Quirama	Villas de San Antonio			
La Predera					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 Tabla 3 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 3

COMUNA 3 MONSEÑOR ALFONSO URIBE JARAMILLO					
San Joaquín		Santa Ana		Cuatro Esquinas	
Aldea de San Joaquín	Riogrande	Balcones I	Horizontes de la Católica - Etapa 1	Aldea La Macarena	Nueva Villa
Altos de la Pereira	San Joaquín	Balcones II	Horizontes de la Católica - Etapa 2	Altos de Villa María	Oasis del Sol
Aqua	Santana	Cantabria	Jardines de la Católica	Asocor	Panorama Austral
Encenillos	Serranías	Casas del Rosal	La Rochela	Cuatro Esquinas	Pinares
La Pereira	Terra	Edificio Balcones de la Católica	Quintas de San Ángel	El Águila - Cuatro Esquinas	Portal del Rosal
La Provincia - Mirador de	Torre Portobello	El Águila - Santa Ana	Resto - Santa Ana	El Oasis	Porton del Tranvía
Los Colegios	Torres de Alcalá	El Pinar	Samanes	Fondo Obreo	PP 10 El Tranvía
Monte Verde	Torres del Campo	El Rosal - San Joaquín I	Ventus	Jardines de la Cimarronas	Senderos de Cimarronas
Ojo de Agua		Villas del Rosal		Juan Antonio de Murillo	Tao
				La Camina	Torres de San Juan
				La Esmeralda	Villa Camila
				La Milagrosa	Villa Clemen
				Manantiales	Villas de Rionegro
				Nativa	Villas del Sol

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5 Tabla 3 Distribución de los barrios y sectores en la comuna 4

COMUNA 3 EL PORVENIR				
Porvenir			El Carretero	Barro Blanco
Aguas de Rionegro	Linda Granja II	Porvenir Tercera Etapa	Conjunto Residencial las Colinas	Campus
Albor	Los Corales	Puente Real	El Carretero	El Guadual
CC Reserva Plaza	Los Cristales	Rio del Este	FAS-IN S.A	Eucalipto
Comando de policía	Los Llanos	Santa Clara I	La Alborada	Forest
El Laguito	Mirador del Carretero	Santa Clara II	La Cooperativa	Guayacan
El Llanito	Mirador del Lago	Santa Teresa del Porvenir	La Florida	Lotus
El Nogal	Porvenir Cuarta Etapa	Savana	Piamonte	Natura
La Alameda	Porvenir Octava Etapa	Solare	Quintas del Carretero I	PP Barro Blanco II
La Mina - El Chucho	Porvenir Primera Etapa	Vegas de la Calleja I	Quintas del Carretero II	S4-DE-1
La Mota	Porvenir Quinta Etapa	Vegas de la Calleja II	Tres Cantos	
La Presentacion	Porvenir Segunda Etapa	Villa Manuela		
Las Torres	Porvenir Séptima Etapa	Villas de San Nicolás		
Linda Granja	Porvenir Sexta Etapa			

Fuente: Elaboración Propia

Criterios para la definición de la muestra

La diversidad de morfologías, poblaciones y usos en la ciudad permite establecer una clasificación de los barrios del municipio en distintas categorías. Los tejidos urbanos se organizan según dos parámetros básicos: densidad de población y edificabilidad neta (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2010).

El primer tejido se define por una densidad alta, de 150 viviendas por hectárea. El segundo, de densidad media, abarca un rango de 150 a 60 viviendas por hectárea, mientras que el último se caracteriza por tener menos de 60 viviendas por hectárea. Actualmente, el municipio de Rionegro presenta una densidad poblacional que lo clasifica, según esta categorización, en un tejido residencial, dado que su densidad poblacional promedio es inferior

a 60 viviendas por hectárea. Este dato, al ser un promedio, incluye suelos de expansión, suelos de reserva, vías, parques y tanto áreas edificadas como no edificadas.

Como resultado, se evidencia la necesidad de unidades de análisis más específicas para diferenciar los modelos de ocupación. Por esta razón, se descarta el criterio de densidad como parámetro de selección de la muestra, ya que todos los barrios, aunque presentan sectores con mayores densidades, tienen densidades poblacionales por debajo de 60 viviendas por hectárea en promedio. Se hace, entonces, necesario considerar criterios adicionales, los cuales se definen a continuación:

Criterio 1: Niveles de consolidación

Para el análisis, se toma como parámetro el nivel de consolidación de los sectores en relación con los tratamientos urbanísticos y la relativa estabilización de las tendencias de transformación, excluyendo así los sectores con procesos activos de renovación (Restrepo Sánchez & Arboleda Morales, 2020).

Criterio 2: Nivel socioeconómico

Al identificar geográficamente sectores con diferentes características socioeconómicas, se observa que las dinámicas urbanas, la inversión pública y los programas sociales varían en función de este factor. Por esta razón, se asume este criterio como parte de la selección de la muestra.

Criterio 3: Características morfológicas del tejido o trazado urbano

Este parámetro permite decidir sobre una muestra variada en términos de distribución espacial, buscando incluir diferentes tipos de tejido urbano en la medida de lo posible, tales como tejidos reticulares, radiales y poligonales. Sin embargo, se observa que en la mayoría del municipio hay una escasa incidencia de tejidos radiales, aunque sí existen tejidos reticulares y poligonales.

Criterio 4: Antigüedad

Los actuales barrios son el resultado de la consolidación gradual de la estructura urbana, derivada en gran parte de modelos de urbanización de principios, mediados y finales del siglo pasado. Por ende, es de interés incluir barrios con diversos marcos temporales, pero que estén bien consolidados.

Criterio 5: Localización

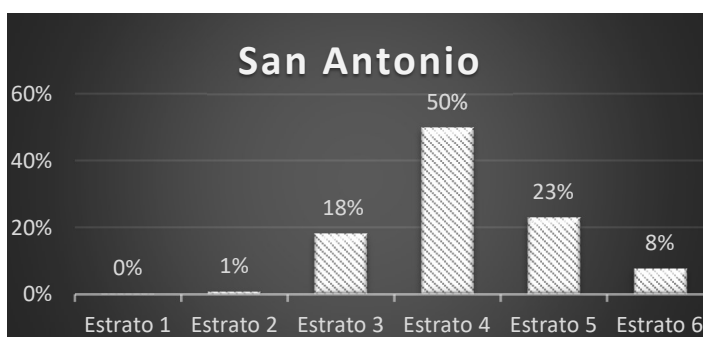
La división político-administrativa, la topografía del municipio y la ubicación de cada barrio dentro del perímetro urbano hacen necesario considerar como parámetro el contraste de la localización dentro de la ciudad.

Aplicación de criterios para la selección de la muestra

El primer criterio que se aplica es el de consolidación, lo que permite descartar los cinco últimos barrios que se crearon en el municipio. Estos barrios, conformados por polígonos de expansión, presentan una consolidación incipiente en su mayoría. Los barrios que se descartan son El Carretero, Barro Blanco, Fontibón, La María y San Joaquín.

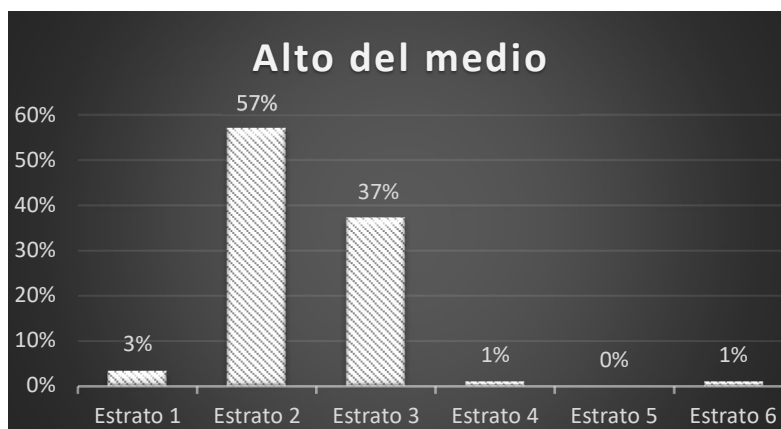
En cuanto a los niveles socioeconómicos, a continuación, se presenta de manera gráfica la distribución de la población en los diferentes estratos socioeconómicos definidos en Colombia.

Ilustración 8 Distribución de la población del barrio San Antonio en estratos



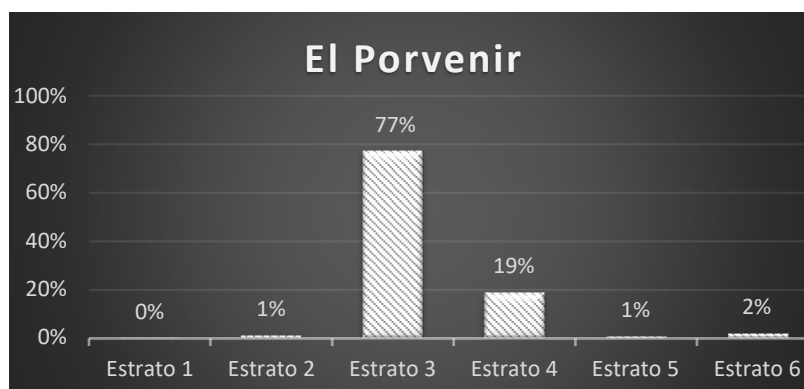
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9 Distribución de la población del barrio Alto del medio en estratos



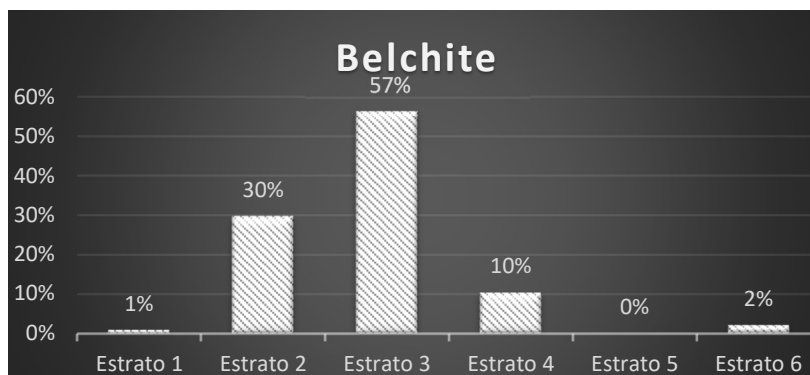
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10 Distribución de la población del barrio Porvenir en estratos



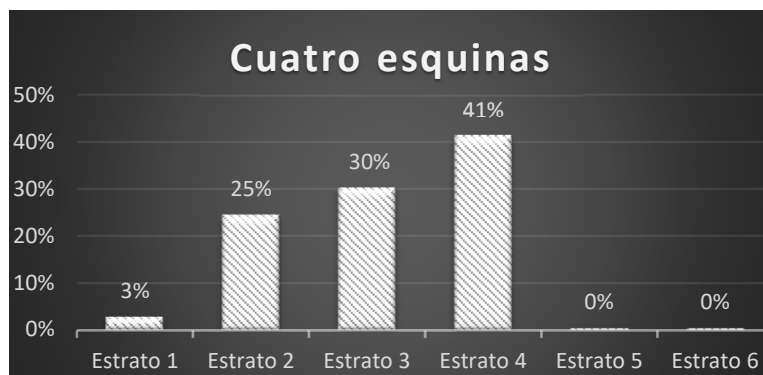
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11 Distribución de la población del barrio Belchite en estratos



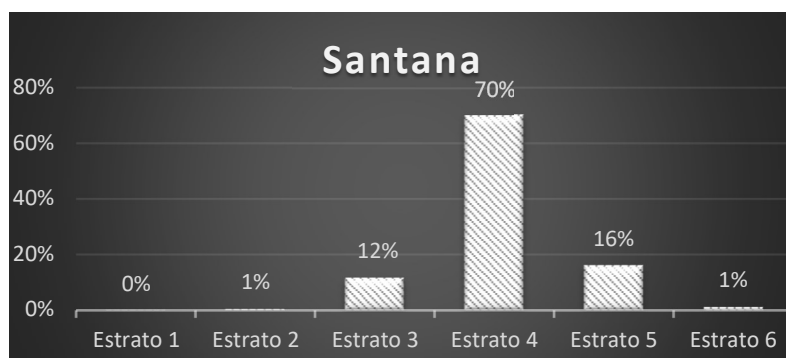
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12 Distribución de la población del barrio Cuatro esquinas en estratos



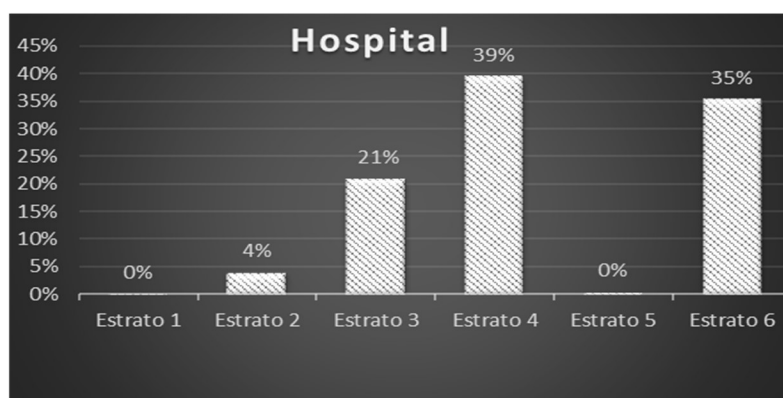
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13 Distribución de la población del barrio Santana en estratos



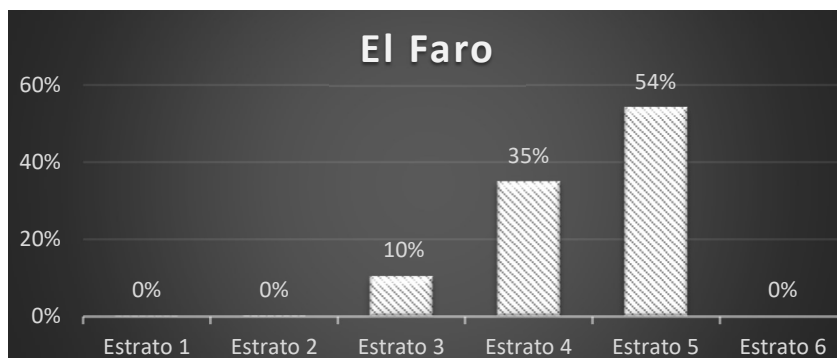
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 Distribución de la población del barrio Santana en estratos



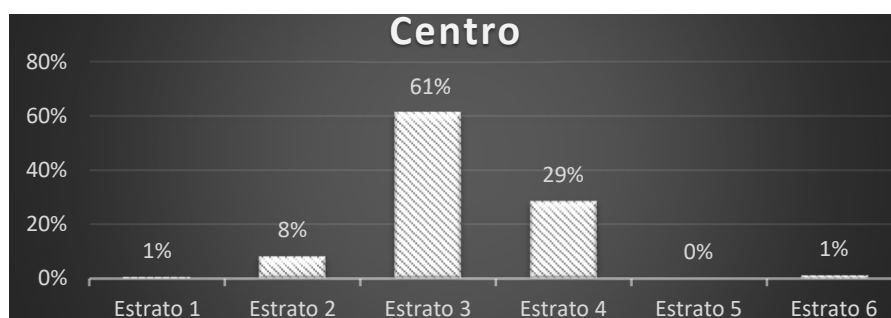
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Distribución de la población del barrio El Faro en estratos



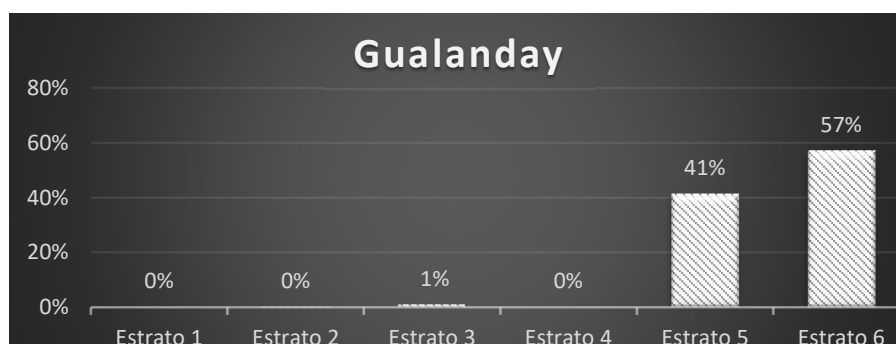
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16 Distribución de la población del barrio El Centro en estratos



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Distribución de la población del barrio Gualanday en estratos



Fuente: Elaboración propia

Considerando la tendencia general del municipio, donde el 65% de su población se distribuye entre los estratos 3 y 4, se descartarán los barrios en los que el mayor porcentaje de su población pertenezca a estratos muy bajos o muy altos, debido a su desviación de la norma.

Aplicando este criterio, se excluyen los barrios Hospital, Alto del Medio, Gualanday y El Faro de la muestra.

De los seis barrios restantes, se analizan las características morfológicas. Se observa que el barrio Cuatro Vientos presenta un trazado vial que depende de una vía central, desde la cual se desarrollan ramales adicionales. Además, este asentamiento está ubicado en una topografía significativamente más agreste que la de los demás barrios, lo que sugiere que no fue diseñado para los indicadores que se deben aplicar. Por esta razón, se descarta como parte de la muestra.

De los cinco barrios que permanecen, se aplica el criterio de antigüedad, descartando el barrio Santana, que es el menos antiguo de los cinco. Adicionalmente, su ubicación en el borde de la cabecera urbana implica que muchas de sus actividades tienen un comportamiento más rural.

Finalmente, al aplicar el criterio de localización, se descarta el barrio Belchite, dado que se prefiere que las unidades de análisis no estén conectadas directamente y que estén bien distribuidas en el municipio. Por consiguiente, los barrios que componen la muestra serán El Porvenir, San Antonio y El Centro.

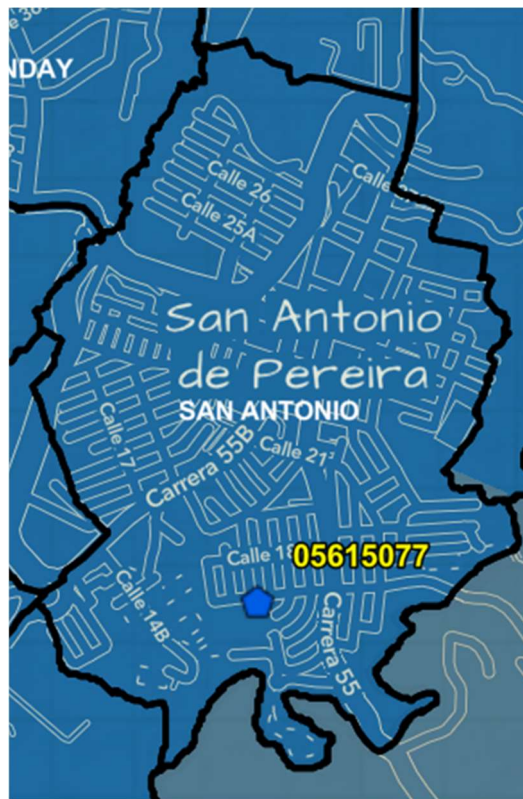
Barrios seleccionados para la muestra

San Antonio De Pereira:

Ilustración 18 Imágenes de vista aérea del barrio el San Antonio de Pereira



Basemap: Imágenes



Basemap: Anteproyecto

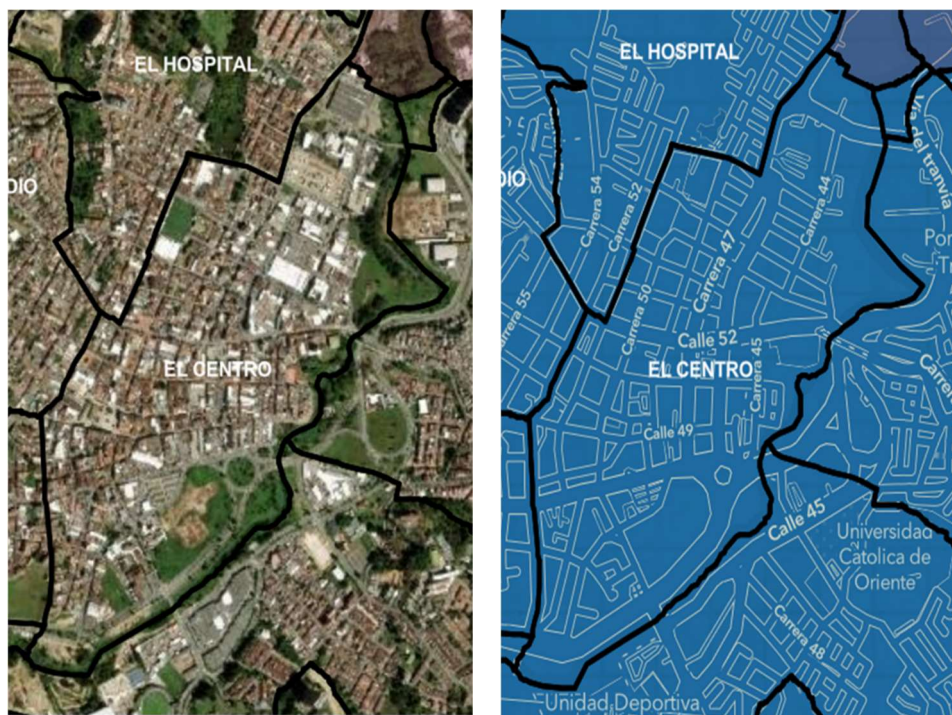
Fuente: Georio, secretaria de planeación-subsecretaría de sistema de información

San Antonio de Pereira se ubica en la región nororiental del municipio de Rionegro, en el departamento de Antioquia, Colombia. Este barrio corresponde al concepto de centros urbanos tradicionales, caracterizándose por una consolidación significativa de la edificación y una densidad elevada de habitantes por hectárea. Desde el punto de vista morfológico, se distingue por la heterogeneidad de su tejido urbano y la continuidad del proceso de urbanización, que se manifiesta a través de una retícula irregular y definida. Las propiedades presentan dimensiones variadas y alturas de edificaciones que oscilan entre una y tres plantas, con algunas unidades cerradas que incluyen edificios de hasta 15 pisos.

El nivel socioeconómico de San Antonio, de acuerdo con la estratificación oficial, es medio, predominando los estratos 3, 4 y 5. Su proceso de poblamiento y desarrollo urbano se intensificó a finales del siglo XX y principios del XXI, atrayendo tanto a residentes locales como a turistas, en gran parte debido a su atractivo cultural y gastronómico.

Rionegro (CENTRO):

Ilustración 19 Imágenes de vista aérea del barrio el Centro



Basemap: Imágenes

Basemap: Anteproyecto

Fuente: Georio, secretaria de planeación-subsecretaría de sistema de información

El centro de Rionegro, Antioquia, Colombia, se presenta como una de las áreas más dinámicas y consolidadas del municipio caracterizándose así por una alta densidad de habitantes por hectárea. Se encuentra en la ladera noroccidental que, desde el punto de vista morfológico, el centro de Rionegro se destaca por su retícula regular y definida, con predios de dimensiones uniformes y edificaciones de alturas que oscilan entre los 5 y 7 pisos. El nivel socioeconómico es medio, predominando los estratos 3 y 4 (Alcaldía de Rionegro, 2023).

Los alrededores del centro de Rionegro muestran una transición hacia áreas residenciales con menor densidad poblacional y una mayor variedad en la configuración urbana. Estas zonas combinan barrios tradicionales con nuevos desarrollos, ofreciendo una mezcla de arquitectura histórica y moderna. Además, los alrededores incluyen importantes vías de acceso que conectan el centro con otras partes del municipio y la región, facilitando el comercio y el transporte, este proceso de urbanización de los alrededores se ha desarrollado de manera más reciente, atrayendo a nuevos residentes y promoviendo el crecimiento económico de la zona.

Barrio El Porvenir:

Ilustración 20 Imágenes de vista aérea del barrio el Porvenir



Basemap: Imágenes



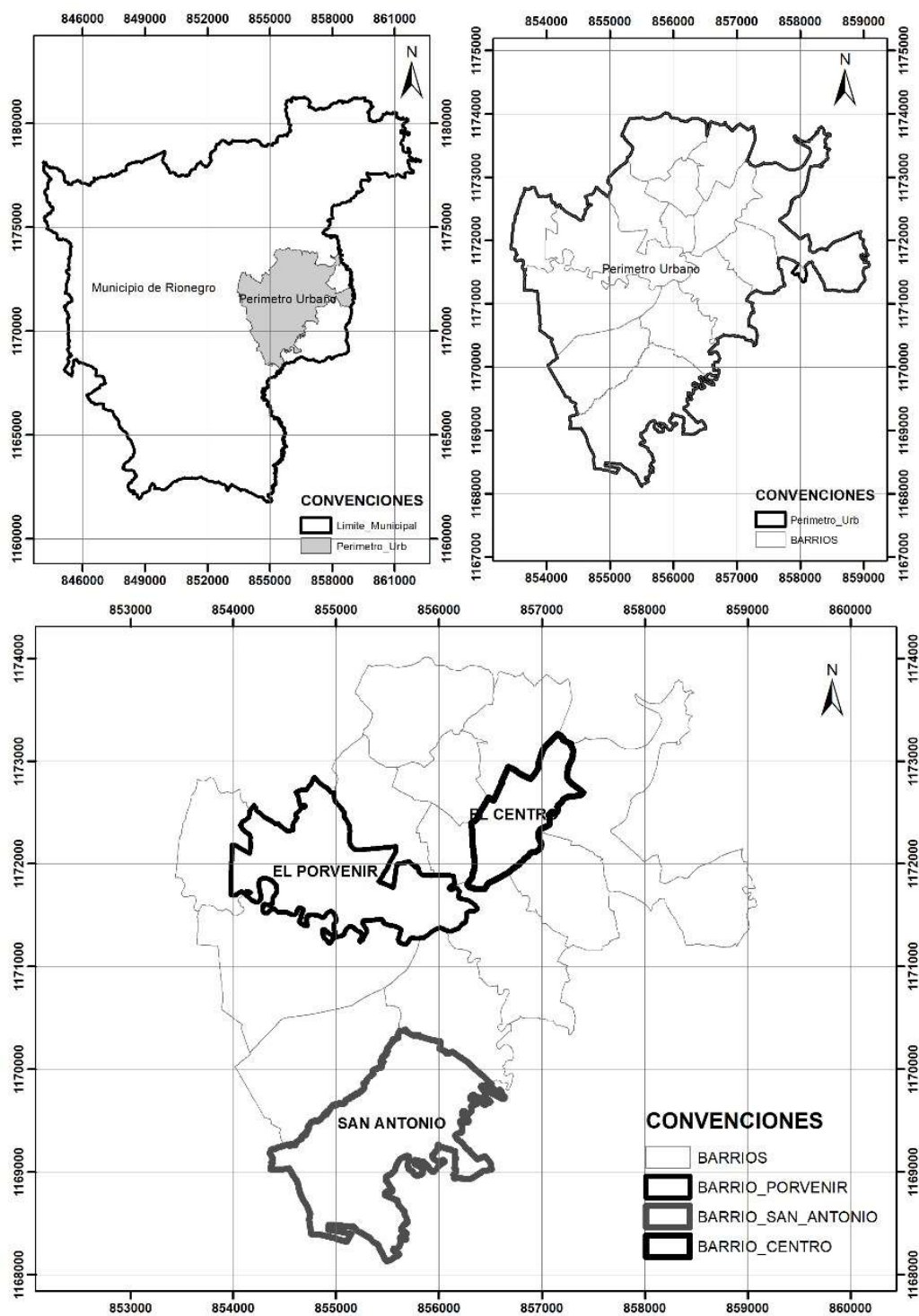
Basemap: Anteproyecto

Fuente: Georio, secretaria de planeación-subsecretaría de sistema de información

El barrio El Porvenir, ubicado en el municipio de Rionegro, Antioquia, se sitúa en la ladera noroccidental y corresponde a una zona de expansión urbana reciente con una densidad media de habitantes por hectárea. Desde el punto de vista morfológico, El Porvenir se caracteriza por una retícula urbana parcialmente regular, con predios de diversas dimensiones y edificaciones de alturas variables que oscilan entre una y tres plantas. El nivel socioeconómico, de acuerdo con la estratificación, es medio, predominando los estratos 3 y 4 (Alcaldía de Rionegro, 2023).

El proceso de poblamiento de El Porvenir se ha llevado a cabo principalmente en las últimas dos décadas del siglo XXI, experimentando un crecimiento acelerado que ha atraído a familias y trabajadores que buscan residencias accesibles y bien ubicadas. Este rápido desarrollo ha contribuido significativamente al dinamismo económico y social del municipio, ofreciendo nuevas oportunidades de vivienda y empleo. Los alrededores del barrio incluyen áreas verdes, colegios y vías de acceso que facilitan la conexión con el centro de Rionegro y otras zonas del municipio. La mezcla de nuevas construcciones y viviendas tradicionales refleja el crecimiento dinámico y la integración de El Porvenir dentro del contexto urbano de Rionegro. Además, el crecimiento del barrio ha fomentado la mejora de infraestructuras y servicios, beneficiando tanto a sus residentes como a la comunidad en general.

Ilustración 21 Mapas de los ámbitos de estudio elegidos



Fuente: Elaboración Propia

Recolección de información

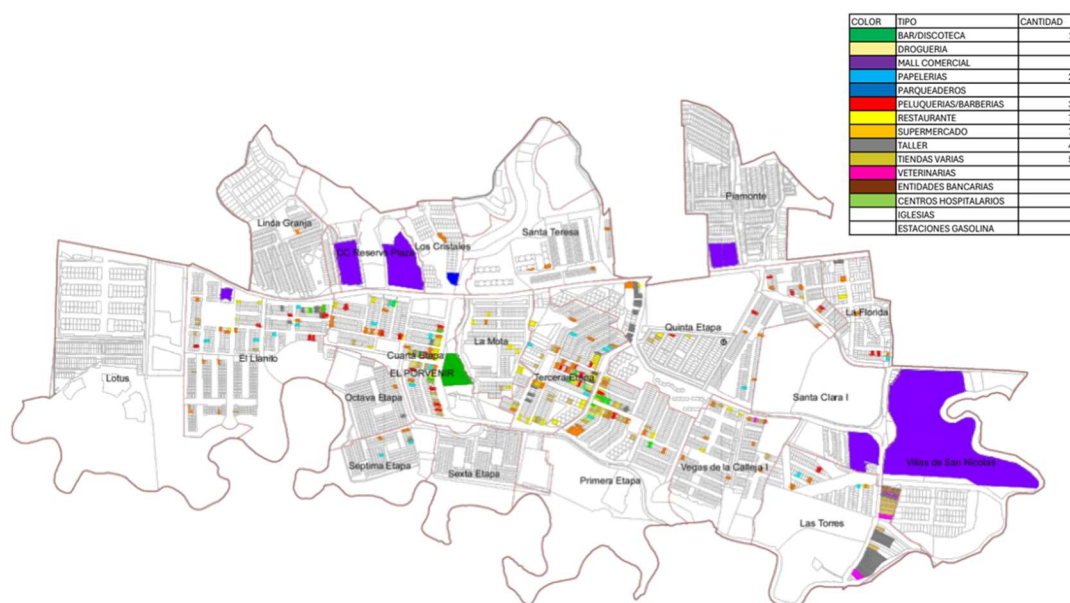
Una vez seleccionados los barrios se procede a la recolección de la información cartográfica, se revisa la información que alimenta las bases de datos encontradas, y se contrasta con la realidad del territorio en campo. Se observa que la información reportada en las bases de datos en términos de las actividades terciarias diferentes a la residencia se encuentra desactualizadas. Lo que plantea la recolección de información en campo

Recolección de información en campo

La recolección de información en campo se realiza por medio del barrido de cada una de las calles que componen los barrios de estudio y el registro georreferenciado en un mapa de la actividad terciaria encontrada en el lugar, para posteriormente digitalizar esta información y actualizar las bases de datos cartográfica conseguidas. A continuación, se muestra la recolección realizada para cada barrio

Recolección de información en campo barrio El Provenir

Ilustración 22 Recuento de recolección de información de campo barrio El Provenir



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23 A, B y C Imágenes de actividades terciarias en el barrio El Porvenir



A



B

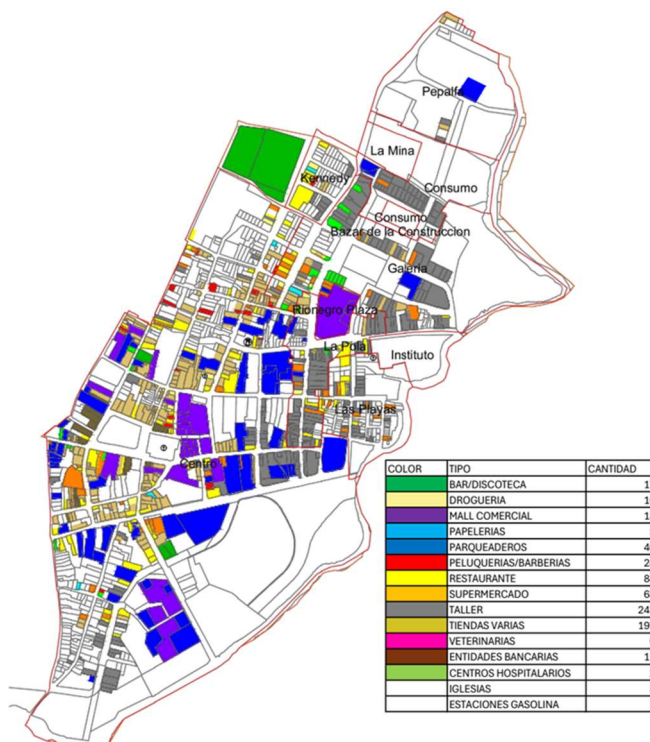


C

Fuente: Elaboración Propia

Recolección de información en campo barrio El Centro

Ilustración 24 Recuento de recolección de información de campo barrio El Centro



Fuente: Elaboración propia

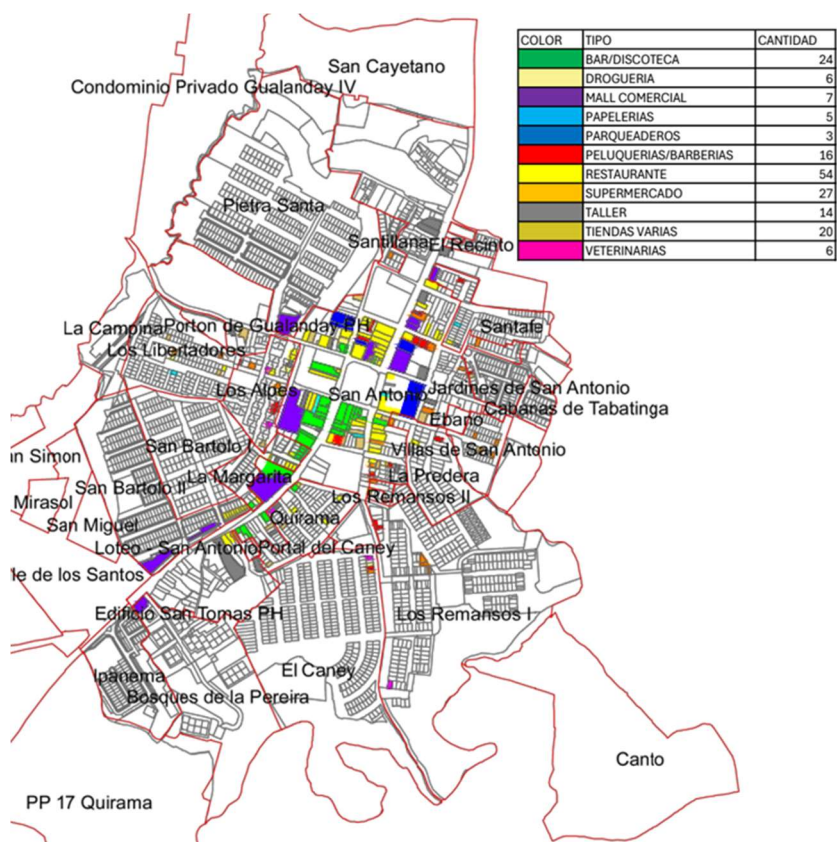
Ilustración 25 A, B y C Imágenes de actividades terciarias en el barrio El Centro



Fuente: Elaboración Propia

Recolección de información en campo barrio San Antonio

Ilustración 26 Recuento de recolección de información de campo barrio San Antonio



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27 Imágenes de actividades terciarias en el barrio San Antonio



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3. Selección y clasificación de los indicadores

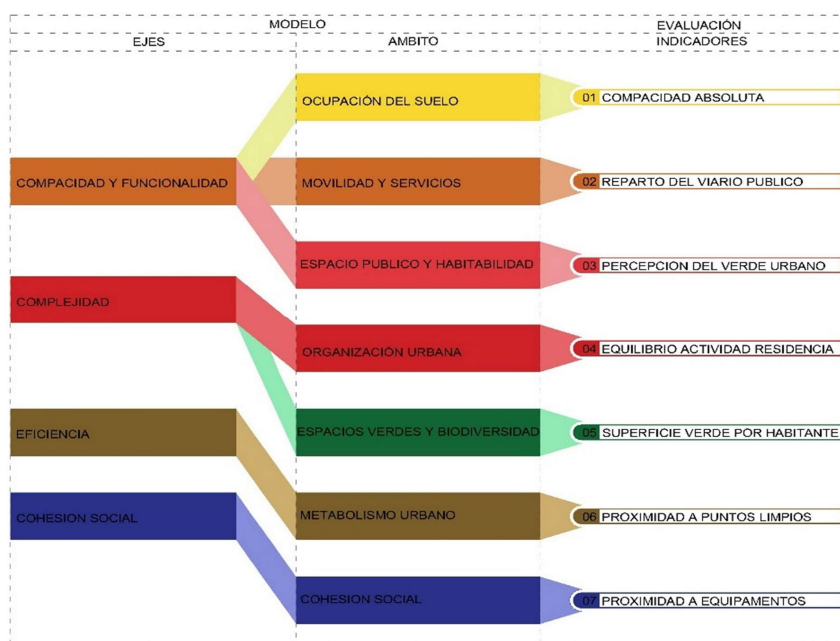
Los indicadores seleccionados comprenden variables clave para evaluar los niveles de sostenibilidad del municipio de Rionegro y determinar su proximidad a un modelo de sostenibilidad urbana. La elección de estos indicadores se fundamenta en dos criterios básicos:

Relevancia en el marco del modelo de ciudad sostenible: Este criterio se cumple al seleccionar un indicador de cada uno de los ámbitos propuestos por la Agencia Ecológica de Barcelona, lo que permite una medición integral, aunque no exhaustiva. Por este motivo, no será posible evaluar la función guía de sostenibilidad, la cual queda fuera del alcance de esta investigación.

Viabilidad en cuanto a la disponibilidad de información de base: A pesar de que se optó por calcular únicamente 7 indicadores, fue necesario realizar trabajo de campo para la recolección de algunos datos que no estaban disponibles en las bases de datos del municipio.

La clasificación temática de los indicadores se presenta en el siguiente gráfico.

Ilustración 28 Clasificación temática de los indicadores elegidos



Fuente: elaboración propia

Ámbito 01 Ocupación del suelo

La ocupación del suelo en una ciudad es un factor importante y determinante, dependiendo de cómo se haya construido en el territorio, se ejercerá sobre él diferentes grados de presión. La forma de ocupar el Suelo y distribuir las viviendas determinara cuantas personas pueden habitarlo, y esa será la base del resto de las dinámicas de movilidad, económicas, sociales, etc. Que allí se desarrollan (Agencia de ecología urbana de Barcelona, 2010)

Indicador 01: Compacidad Absoluta CA

Definición del indicador

Se sabe que la esencia de una ciudad es el contacto, el intercambio y la comunicación, que son facilitados por la compacidad. La probabilidad de contactos se incrementa y, por lo tanto, se mejoran las relaciones entre los componentes del sistema urbano.

La compacidad es el eje de sostenibilidad urbana que incide en la forma física de la ciudad, en su funcionalidad y, en general, con el modelo de ocupación del territorio y la organización de las redes de movilidad y de espacios libres. El modelo compacto de ocupación del territorio es el eje que tiene más consecuencias directas sobre otros ejes: la eficiencia, la complejidad y la estabilidad. (Rueda, Plan especial de indicadores de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanística de Sevilla, 2009).

El suelo es uno de los recursos básicos no renovables, la ciudad compacta propende por en el uso de este recurso incrementando la mixtura de los usos promoviendo una minimización del uso del suelo y al mismo tiempo liberar el espacio natural de la presión que crea el modelo de ciudad difusa.

Objetivo del indicador

Lograr la proximidad de los componentes que conforman la ciudad, reuniendo en un espacio más o menos limitado los usos y las funciones urbanas.

Metodología

El indicador se calcula dividiendo el volumen edificado entre una unidad de superficie. En este caso la unidad de superficie será cada una de las celdas de una malla cuadrículada de 100 x 100 metros que cubre todo el barrio. Se considera que los valores óptimos del indicador se dan cuando se alcanzan valores de CA por unidad de malla iguales o mayores a 5.

$$CA = \frac{\text{Volumen del edificio (m}^3\text{)}}{\text{Unidad de superficie (m}^2\text{)}}$$

Ámbito 02 Movilidad y Servicios

El concepto de movilidad sostenible surge como respuesta a los impactos sociales, económicos y ambientales derivados del uso intensivo de los vehículos a motor. El vehículo privado resulta ser el medio de transporte que más suelo ocupa, más combustible consume y más externalidades genera: accidentes, contaminación, ruido, intrusión visual, congestión, etc. Sin embargo, desde el punto de vista de muchos usuarios, el coche privado continúa siendo muy bien valorado y deseado, por encima del resto de medios de transporte. Contribuye a ello la imagen mediática de libertad y estatus social que aporta, pero también el hecho que los usuarios no han de pagar las numerosas externalidades que produce en el ámbito urbano.

Todo conductor es también peatón, y son principalmente éstos los que salen perdiendo con la progresiva ocupación del espacio público por parte del coche.

La ciudad y el espacio público son conceptos íntimamente ligados. Históricamente el ciudadano ocupó todo el espacio público, pero la pérdida de éste como lugar de paseo, de encuentro, de diálogo, de juego e intercambio ha erosionado el concepto de ciudad. Allí donde desaparece el espacio público, desaparece la ciudad y sólo permanece urbanización. El espacio público, donde los ciudadanos se pueden desplazar sin restricciones, hace ciudad y generalmente con gran calidad de vida.

El ámbito urbano es, por tanto, más allá de las políticas generales de transporte y de construcción de grandes infraestructuras, donde se concreta la red de calles y su regulación y distribución de sección entre calzada y espacio peatonal; en definitiva, la forma y características del espacio público destinado a los flujos de transporte. La solución a los problemas de movilidad urbana, pasan por el cambio modal hacia otros medios de transporte más sostenibles. No sólo a

partir de la promoción y mejora de otros modos, sino también con la aplicación de medidas de contención y restricción en el uso del coche.

Indicador 02: Reparto del Viario Publico VP

Definición del indicador

El indicador establece una relación entre dos elementos de la sección de calle; la calzada y otros espacios destinados al vehículo (vehículos de residentes, servicios y distribución de mercancías) frente al espacio dedicado al tránsito peatonal u otros usos del espacio público como pequeños espacios de recreación o espacios verdes dentro del viario (parterres). El resultado es una relación morfológica de ocupación del espacio por parte de estos dos conceptos.

Los espacios con acceso restringido al automóvil de paso se convierten en lugares de calma, que permiten la socialización y la comunicación, con niveles sonoros equivalentes menores a 65 dBA, es decir que permiten que una conversación sea inteligible al 100% a un metro de distancia sin alzar la voz. En definitiva, supone una mejora evidente de calidad urbana y calidad de vida. En estos lugares, estén o no destinados específicamente al tránsito peatonal, desaparece la sensación de peligro para el peatón y las molestias derivadas de la velocidad de los coches y de la contaminación atmosférica. El espacio público se llena de ciudadanos y

de actividades económicas. Así mismo, liberando viario público se potencia el verde en el interior y se mejora en términos de confort térmico y de paisaje. Se propone que el 75% de viario público sea destinado al peatón y otros usos ya que permite configurar una red peatonal sin fricciones con el vehículo de paso.

Objetivo del indicador

Concebir el espacio público como eje de la ciudad, liberándolo de su función imperante al servicio del coche, para convertirlo en espacio de la convivencia, del ocio, del ejercicio, del intercambio y de otros múltiples usos.

Metodología

Una vez contabilizado por áreas el espacio de viario público, se clasifica según tipología. Se calcula la superficie del viario peatonal y la del vehicular para cada área de estudio (barrios). De aquí se puede calcular el porcentaje de viario público peatonal respecto a la superficie total de viario público.

$$VP(\%) = \frac{\text{Superficie viario peatonal}}{\text{Superficie viario publico total}} \times 100$$

Ámbito 03 Espacio Público y Habitabilidad

La transformación del espacio público en un lugar más habitable es uno de los principales desafíos de un modelo urbano sostenible. La convivencia es uno de los factores que se ve más afectado, dado que el modelo actual otorga la mayor parte del espacio público al vehículo, un modelo urbano más sostenible implica una valoración de las calles y su potencial como espacio de relacionamiento de los individuos, adoptando aspectos como la accesibilidad universal, las variables de confort y perspectiva.

Indicador 03: Percepción del verde urbano PV

Definición del indicador

El indicador se refiere a la fracción de espacio que ocupa la vegetación en la calle. La unidad en la que se expresa es en porcentaje de superficie verde por tramo de calle. Este indicador permite detectar aquellos tramos de calle con dotación insuficiente de arbolado y/o presencia de vegetación.

Objetivo del indicador

Valorar la presencia de vegetación en las calles desde la percepción visual por parte de los peatones.

Metodología

Requiere de la definición de los porcentajes de cobertura vegetal en las unidades de análisis de acuerdo con los portes de los árboles presentes, clasificables en grande, mediano y pequeño, según los niveles de cobertura, en función de su tamaño, especie y tipología. Asimismo, se requiere conocer el área total de la superficie del viario urbano. En este caso específico se simplificó el medio de cálculo propuesto por la bcneología para identificar los porcentajes de cobertura mediante el área de sombra y no como porcentaje del área visual.

$$PV = \frac{\text{Superficie de verde en el espacio publico}}{\text{Superficie total del viario}} \times 100$$

Ámbito 04 Complejidad Urbana

La complejidad en un lugar determinado implica la presencia de distintos elementos portadores de información (actividades, asociaciones, instituciones) que establecen relaciones múltiples y variadas entre ellos. En los sistemas urbanos esta calidad se traduce en contacto e intercambio, al igual que sucede en los sistemas naturales. Tanto en los sistemas naturales como en los sistemas urbanos el aumento de la complejidad supone un incremento de la organización que contribuye a la estabilidad y continuidad del propio sistema. Una sociedad avanzada que logre un elevado grado de organización, favorece el desarrollo de una estrategia competitiva basada en la información y el conocimiento, orientada a disminuir la presión sobre los recursos materiales. Un ejemplo de este tipo de estrategia son las denominadas actividades, densas en conocimiento.

Ciertas morfologías urbanas tienden a favorecer el desarrollo de la complejidad. Son aquellas que propician la presencia de actividades diversas y complementarias, así como los intercambios. En general estas condiciones se generan en espacios con cierto grado de compacidad, centralidad y accesibilidad. Estas condiciones son a menudo el resultado de un proceso evolutivo de maduración urbana, aunque es cierto que este proceso se puede acelerar a través de la planificación estratégica como es el caso de las áreas de nueva centralidad.

Indicador 04: Equilibrio entre actividad y residencia AR

Definición del indicador

La reserva de espacio para locales comerciales, oficinas u otros usos relacionados con la actividad resulta esencial para poder acoger una determinada densidad de actividad y, por consiguiente, de aumentar la probabilidad de intercambio y contacto entre personas jurídicas.

Los sectores mono funcionales, tanto residenciales como de actividad (grandes superficies comerciales), generan un alto número de desplazamientos en vehículo motorizado.

El equilibrio entre el espacio residencial y la actividad influye en la autocontención de la movilidad: si se dan las características físicas para que un tejido residencial pueda albergar suficiente actividad, hay mayores posibilidades de que la movilidad obligada por cuestiones de trabajo se reduzca, porque abre la puerta a que el ciudadano pueda localizar en un mismo ámbito su residencia y su lugar de trabajo.

La convivencia entre residencia, oficinas y tiendas también mitiga los contrastes de concurrencia entre la noche y el día y entre los días laborables y los días festivos, favoreciendo así, una ocupación del espacio público durante las 24 horas del día. Para conseguir proximidad trabajo-residencia, se requiere que la actividad económica se integre en los barrios residenciales y que se prevean espacios que puedan acoger actividades con formatos y tipologías diversas (oficinas, pequeños negocios familiares, etc.).

Objetivo del indicador

Mezcla de funciones y usos urbanos en un mismo espacio urbano residencial. Generación de patrones de proximidad para mejorar la autocontención en la movilidad y la satisfacción de las necesidades cotidianas por parte de la población residente.

Metodología

El indicador calcula para cada celda de una malla de referencia de 100 x 100 metros, el total de superficie construida de uso terciario (comercial, oficinas, talleres, almacenes, etc.). Relación del total de superficie resultante con el número total de viviendas.

$$AR(\%) = \frac{\text{Superficie construida de uso terciario}}{\text{Superficie total vivienda}} \times 100$$

Ámbito 05 Espacios Verdes y Biodiversidad Urbana

Los ecosistemas urbanos se diferencian de otros ecosistemas porque no dependen de la producción primaria propia ni del agua de lluvia, sino que las importan de otros territorios. En la estructura interna del ecosistema, la única especie indispensable es la humana (con sus simbioses microbianos), que se encarga de hacer llegar a la ciudad los recursos que necesita. En principio, pues, no es indispensable una alta biodiversidad para que una ciudad sea sostenible. La sostenibilidad o insostenibilidad vienen dadas por las relaciones de intercambio de la ciudad con otros territorios.

No obstante, hay consideraciones que pueden matizar este aspecto en dos aspectos importantes. Por un lado, la mayoría de seres humanos experimentan una especie de “necesidad de naturaleza”, que se hace más difícil de satisfacer a medida que las ciudades crecen y el contacto con la naturaleza se dificulta o requiere desplazamientos mayores. La accesibilidad a la naturaleza es un problema creciente en un mundo cada vez más organizado, para grandes sectores de población. Por otro lado, al extenderse la trama urbana sobre el territorio (el paso de la ciudad compacta al urban sprawl), fragmenta los espacios naturales e interfiere seriamente con procesos ecológicos de soporte de vida. La supervivencia de la biodiversidad que hace posibles estos procesos se ve en peligro por el efecto de fragmentación. Entonces sí que hay un problema importante relativo a la propia biodiversidad. La única alternativa es hacer la trama urbana más permeable a los elementos naturales. (Agencia de ecología urbana de Barcelona, 2010)

Indicador 05: Superficie verde por habitante SvH

Definición del indicador

Este indicador relaciona el espacio verde existente y la población, entendiendo como espacio verde aquel espacio público dotado de cobertura vegetal y donde la población puede acceder.

Objetivo del indicador

Visualizar el reparto de las zonas verdes en el ecosistema urbano evaluando la presión de población sobre cada espacio.

Metodología

El indicador se calcula mediante el cociente entre la superficie verde y el número de habitantes.

$$SvH = \frac{\text{Superficie verde total}}{\text{numero de habitantes}}$$

Ámbito 06 Metabolismo Urbano

La Tierra es un sistema abierto en energía y prácticamente cerrado en materiales, si bien los sistemas que soporta son sistemas abiertos tanto en materiales como en energía.

Para mantener su organización y su dinámica, la ciudad necesita obtener energía, agua y materiales de los sistemas de soporte situados en su entorno más o menos cercano. Es necesario pues, apuntar hacia un nuevo régimen metabólico que nos aproxime a la resolución de las actuales incertidumbres, en donde la energía consumida no añada entropía al sistema (energía renovable) y que su uso no perturbe los sistemas de soporte por encima de su capacidad de regeneración.

En el cuarto régimen metabólico (el actual es el tercero, basado en el consumo de combustibles fósiles), energía y entropía deben ir juntos si aspiramos a asegurar el futuro, maximizando la entropía en términos de información.

En el uso de recursos y gestión de residuos, los objetivos a aplicar son la estabilización y reducción de residuos desacoplando la producción de residuos del crecimiento económico, el fomento de la recogida selectiva en origen como estrategia para obtener materiales de calidad que tengan salida en el mercado de reciclaje y el potenciar un verdadero mercado de reciclaje bajo los criterios de autosuficiencia y proximidad.

Indicador 06: Proximidad a puntos limpios PL

Definición del indicador

La implantación de puntos limpios permite el fomento y la recogida selectiva de aquellas fracciones que no disponen de contenedores específicos, la recogida de residuos especiales susceptibles de ser reciclados y/o reutilizados (muebles, ropa, pinturas, fluorescentes, etc.) y la recogida de residuos peligrosos.

Habitualmente los grandes puntos limpios se ubican en polígonos industriales o en la periferia de las ciudades, obligando al uso del vehículo privado para acceder a la instalación, restringiendo, por lo tanto, los posibles usuarios. En contraposición, la red de puntos limpios de barrio facilita el acceso a estas instalaciones dando una solución a determinadas fracciones que, aunque son generadas habitualmente de forma puntual o en pequeñas cantidades, dificultan la gestión de los residuos si son depositados en los sistemas habituales.

El acceso a menos de 600 metros (diez minutos andando) persigue el cumplimiento del principio de proximidad, ubicando una red de instalaciones de tamaño reducido, próximas al usuario, con el fin de facilitar la participación de los vecinos y el fomento de la reutilización y recuperación de los residuos.

Para reducir el impacto sobre el espacio público que pueda tener la instalación, es recomendable que los puntos limpios se localicen junto a plataformas logísticas de distribución o equipamientos (mercado de abastos, por ejemplo), con acceso separado para los particulares.

Objetivo del indicador

Determinar la distancia de los ciudadanos a los puntos limpios fijos y móviles. Conocer la accesibilidad de los puntos de recogida de residuos de las fracciones minoritarias (muebles, pintura, pilas, etc.)

Metodología

Para efectos del cálculo se requiere identificar la localización de dichos puntos y establecer radios de proximidad que garanticen su accesibilidad —menos de seiscientos metros (diez minutos caminando)— para la realización de los conteos. En la medición propuesta se prioriza la disponibilidad, como indicio de proximidad, y no las condiciones de acceso, simplificando la medición.

$$Pl = \frac{\text{distancia al punto limpio (m * min)}}{60 (m)}$$

Ámbito 07 Cohesión Social

La cohesión social en un contexto urbano hace referencia al grado de unión existente entre los grupos de personas con culturas, edades, rentas y profesiones distintas que viven en la ciudad y está interrelacionada con otros ejes de la sostenibilidad urbana. De hecho, el concepto de sostenibilidad supera el ámbito estrictamente ambiental para incorporar también el socioeconómico.

El incremento de la cohesión social está íntimamente relacionado con los conceptos de diversidad y mixtura de actividades que proporciona el modelo de ciudad compacta y compleja. La proximidad (o compacidad) favorece el contacto entre los grupos de personas. Pero la presencia de grupos diversos en un mismo espacio también requiere de cierto grado de mixtura (mezcla e interacción entre los grupos).

Indicador 07: Proximidad a los equipamientos Peq

Definición del indicador

La proximidad simultánea mide cuánta población se encuentra próxima a la vez a varios tipos de equipamiento. Informa además del grado de compactación urbana y de la mezcla de usos en la ciudad. Una distribución equitativa de las dotaciones en el territorio reduce la movilidad motorizada e incentiva la distribución de los servicios públicos.

Se entiende por equipamiento básico o de proximidad aquel que cubre las necesidades más cotidianas de la población, y que constituye el primer nivel de prestación de servicios, con un ámbito de influencia que se limita al barrio en el que se emplazan. Son equipamientos de escaso poder atractor para la población de fuera del barrio, pero que realizan tareas insustituibles por los equipamientos de ciudad, que tienen otro ámbito de influencia y cubren otro tipo de necesidades. Los equipamientos considerados son los siguientes Cultural, Deportivo, Educativo y Sanitario

Objetivo del indicador

Conseguir que la población tenga, en un radio de proximidad determinado el mayor número de equipamientos diferentes, de manera que pueda cubrir a pie diferentes necesidades (culturales, educativas, sanitarias...) sin necesidad de recurrir a otros medios de transporte. La proximidad simultánea mide cuánta población se encuentra próxima a la vez a varios tipos de

equipamiento. Informa además del grado de compactación urbana y de la mezcla de usos en la ciudad.

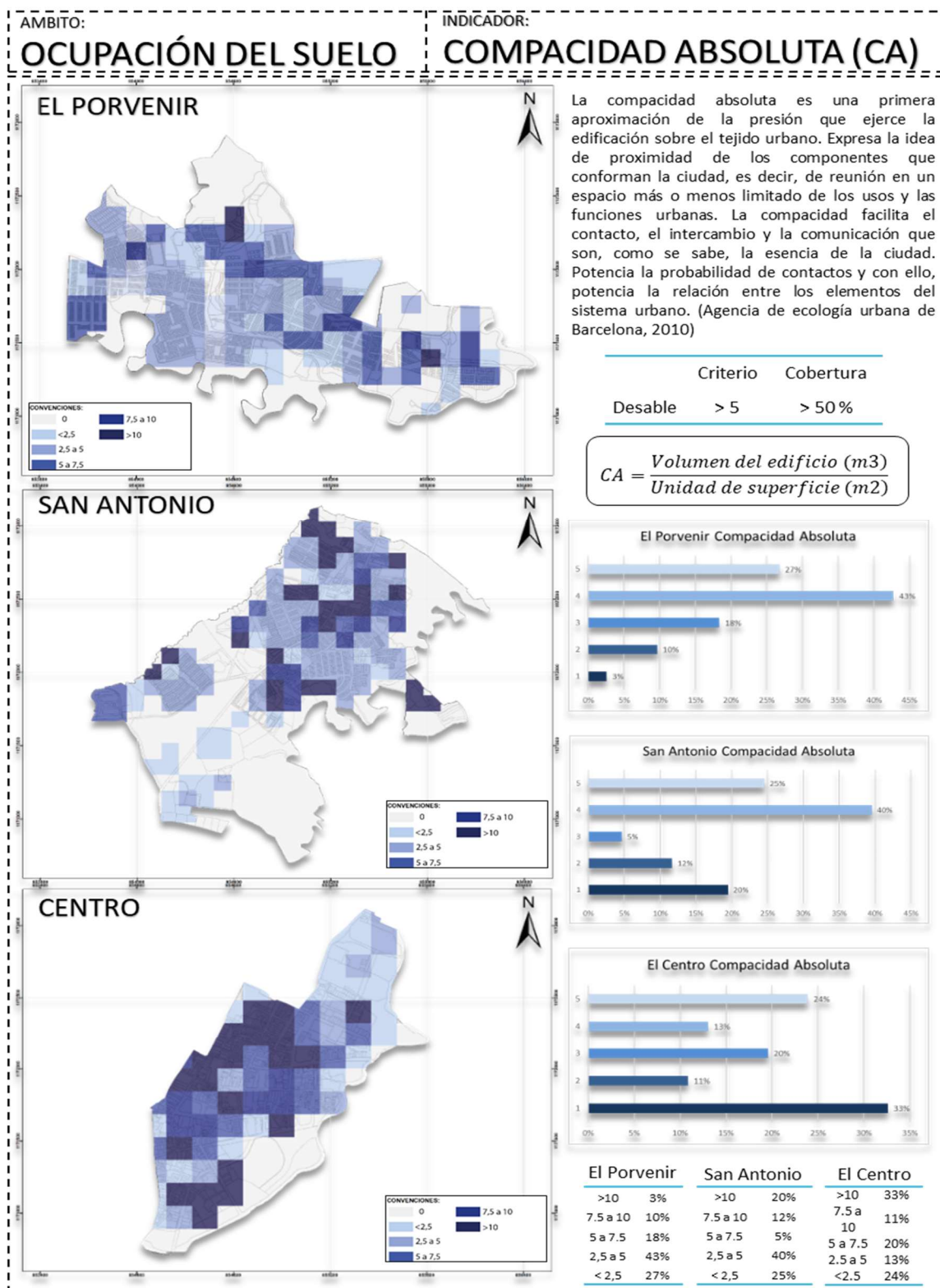
Metodología

El cálculo se elabora a partir del recuento de la población que se encuentra dentro del radio de proximidad estimado para los equipamientos (600 m, equivalentes un trayecto de 10 minutos a pie) y midiendo cuánta se encuentra en varios radios a la vez.

$$Peq = \frac{\text{Poblacion con cobertura simultanea a los 4 tipos de equipamentos}}{\text{Poblacion total}} \times 100$$

A continuación, se presenta una ficha por indicador, que sintetiza los resultados obtenidos para cada barrio, esta ficha contiene la definición del indicador que se está evaluando, el mapa que muestra la distribución espacial del indicador de acuerdo a los rangos, la incidencia porcentual del indicador en cada uno de sus rangos.

Ilustración 29 Ficha síntesis del indicador de compacidad absoluta



Fuente: Elaboración propia

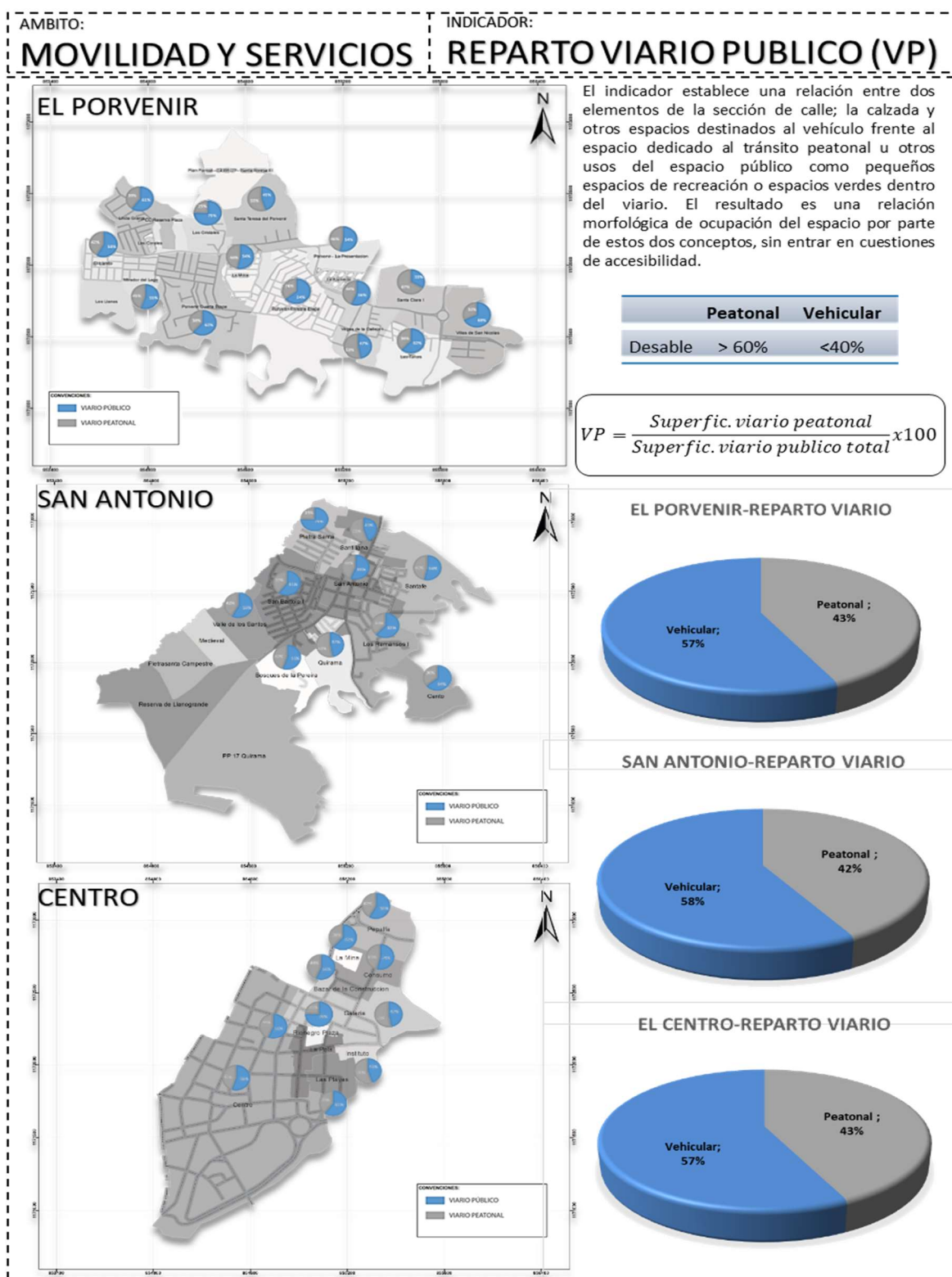
La compacidad absoluta nos entrega un panorama de cómo se reparte la presión edificatoria sobre el suelo, de acuerdo con la Agencia Ecológica de Barcelona el criterio deseable de compacidad absoluta debería ser un valor igual o por encima de 5m en un porcentaje del 50% de cobertura, observando los valores calculados para cada uno de los barrios se encuentra que para el barrio El Porvenir se obtienen valores de CA superior la 10m en un 3%, entre 7.5m y 10m en un 10% y entre 5m y 7.5m en un 18%, luego podríamos decir que el porcentaje de CA superior a 5m es de 31%, se encuentra por debajo del valor deseable. Para el barrio San Antonio se encuentran valores de compacidad absoluta superiores a 10m en un 20%, entre 7.5m a 10m en un 12% y entre el 5m a 7m en un 5 %, en consecuencia, encontramos que el porcentaje superior a 5m es del 37%, muy similar a la del barrio el porvenir y lejos de cumplir con el criterio deseable de la AEB. Observando los datos calculados para el barrio El Centro tenemos valores de CA superiores a 10m en un 33%, entre 7.5 a 10m en un 11% y entre un 5m a 7m en un 20%, es decir que el porcentaje superior a 5m es de un 64%, siendo este el único barrio que alcanza en objetivo propuesto por el modelo metodológico usado. Aunque para los barrios El Porvenir y San Antonio el estudio nos muestra valores de compacidad absoluta superiores a 5m en porcentajes de cobertura muy similares, 31% y 37% respectivamente. Estos barrios de tejido residencial no consiguen alcanzar el mínimo establecido, el modelo de ocupación del suelo está conformado por viviendas unifamiliares o pequeñas unidades residenciales de alturas de 1 y 2 pisos los cuales provocan una distensión en la trama urbana que se traduce en una compacidad baja.

Tabla 6 Síntesis de evaluación de resultados de compactación absoluta para los tres barrios

COMPACIDAD ABSOLUTA				
Barrio	Requerimientos mínimos		Resultados alcanzados	
	Criterio	Cobertura		
El Povernir	>5m	>50%	31%	
San Antonio	>5m	>50%	37%	
EL Centro	>5m	>50%	64%	

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 30 Ficha síntesis del indicador de reparto viario publico



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos para los tres barrios son negativos no se cumple con el criterio mínimo que determina la AEB, los valores obtenidos Para el Barrio El Porvenir, San Antonio y El Centro son para el viario peatonal del 43%, 42% y 43% respectivamente y para el viario vehicular son del 57%,58% y 57% respectivamente. El criterio mínimo que plantea la AEB es de 60% del viario peatonal en relación al viario total y plantea y un valor deseable del 75% del viario peatonal en relación al viario total. Este análisis nos deja ver también una posible falencia en el barrio El Centro toda vez que de acuerdo a su compacidad nos muestra una mayor densificación, sin embargo, el reparto viario no es significativamente diferente al de barrios residenciales como El Porvenir y San Antonio, esta situación puede causar congestiones vehiculares en este sector, viajes más largos, consumos más altos de combustible etc.

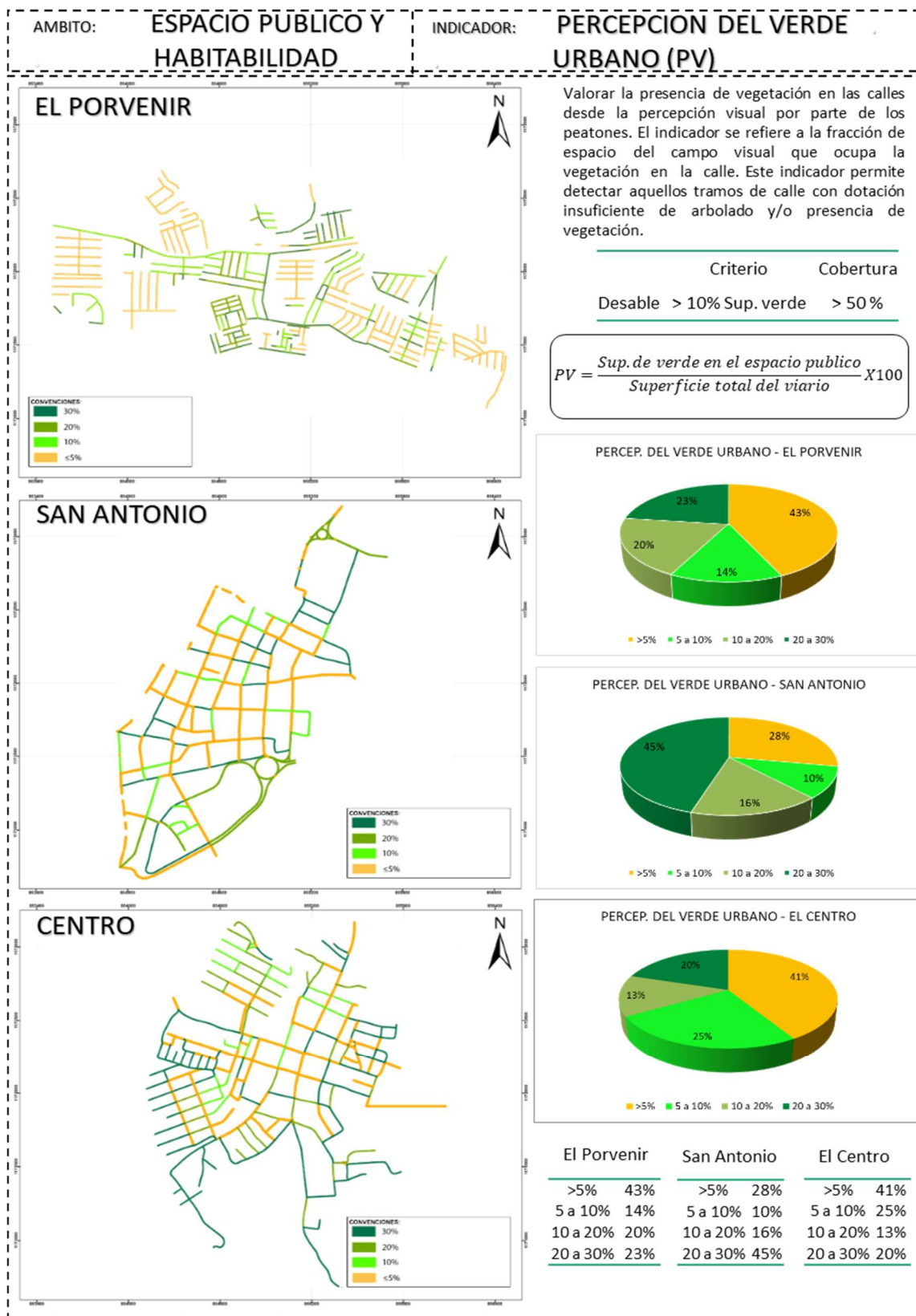
Este indicador también nos da cuenta del reparto del espacio público considerando solo los conceptos de viario público y peatonal, en este caso particular vemos que la función del espacio público se encuentra al servicio principalmente del carro en los tres barrios, el modelo intencionado de ciudad que plantea la AEB entiende el espacio público como un eje estructurante de ciudad, convirtiéndolo en espacio de ocio, de convivencia, de ejercicio, de intercambio y otros posibles usos. Para esto la AEB plantea la creación de supermanzanas reorganización del tráfico de tal forma que el vehículo de paso transite a través de una red viaria principal liberando las vías secundarias, habilitando las calles al interior de la supermanzana como espacio público al servicio de la gente. Esta implementación hace parte de los instrumentos de corrección para lograr los niveles mínimos o deseados de los indicadores, estas medidas escapan al alcance de este trabajo.

Tabla 7 Síntesis de evaluación de resultados de Reparto del viario público para los tres barrios

REPARTO DEL VIARIO PUBLICO			
Barrio	Requerimientos mínimos Criterio	Resultados alcanzados	
El Povernir	>60%	42%	
San Antonio	>60%	43%	
EL Centro	>60%	43%	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31 Ficha síntesis del indicador de compacidad percepción del verde urbano



Fuente: Elaboración propia

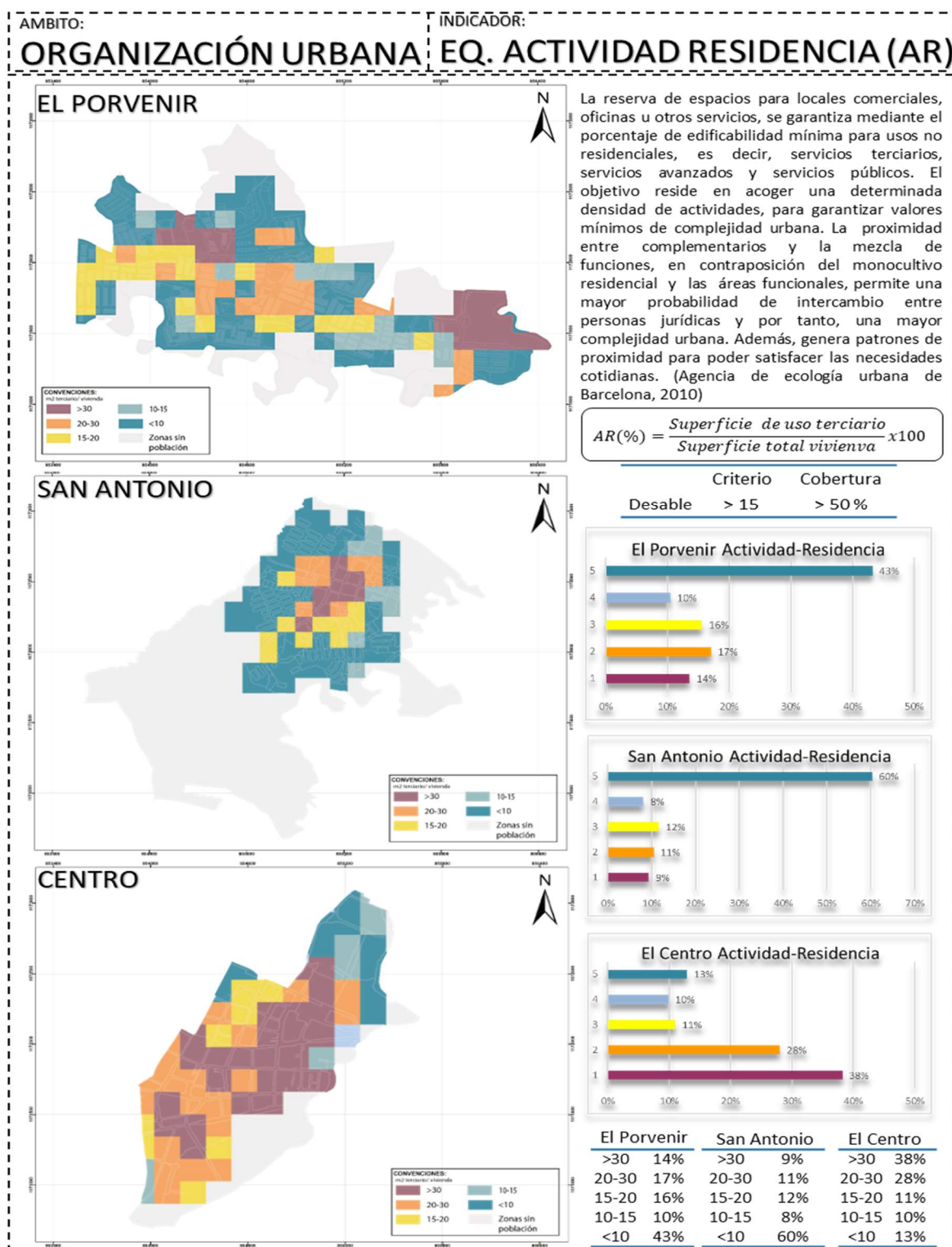
De acuerdo con la AEB la porción de superficie de calle que cumple con el parámetro de evaluación es aquella que consta de un porcentaje de presencia verde mayor al 10% en una cobertura mínima del 50% .Los resultados adquiridos a partir del calculo del indicador refleja que la presencia de vegetación a nivel de calle en algunos barrios es baja y en algunos sectores es escasa y se encuentra ligeramente por debajo de los niveles considerados como satisfactorios, repartiéndose de la siguiente manera, para el barrio el porvenir se obtuvo para un porcentaje entre 10% y 20% una cobertura del 20% y para un porcentaje entre el 20% y el 30% se obtuvo una cobertura del 23%, en consecuencia se podría establecer que el porcentaje de cobertura de presencia del verde en tramo de vía superior al 10% es del 43%, ligeramente por debajo del criterio mínimo de evaluación. En cuanto al barrio San Antonio la situación es mucho más prometedora, se encuentra para un porcentaje de percepción del verde entre 10% y 20% un porcentaje de cobertura del 16% y entre el 20% y 30% un porcentaje de cobertura del 45%, recapitulando lo dicho el porcentaje de cobertura para una percepción del verde mayor al 10% es del 61%. para el barrio El Centro tenemos porcentajes de percepción del verde entre 10 y 20% con un porcentaje de cobertura del 13% y un porcentaje de percepción del verde entre 20% y 30% con un porcentaje de cobertura del 20%, por ende, se estima un porcentaje de percepción del verde mayor del 10% con una cobertura total de 33%, muy por debajo del criterio de evaluación mínimo.

Tabla 8 Síntesis de evaluación de resultados de percepción del verde urbano para los tres barrios

PERCEPCION DEL VERDE URBANO			
Barrio	Requerimientos mínimos		Resultados alcanzados
	Criterio	Cobertura	
El Povernir	>10	>50%	43%
San Antonio	>10	>50%	61%
EL Centro	>10	>50%	33%

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 32 Ficha síntesis del indicador de equilibrio actividad residencia



Fuente: Elaboración Propia

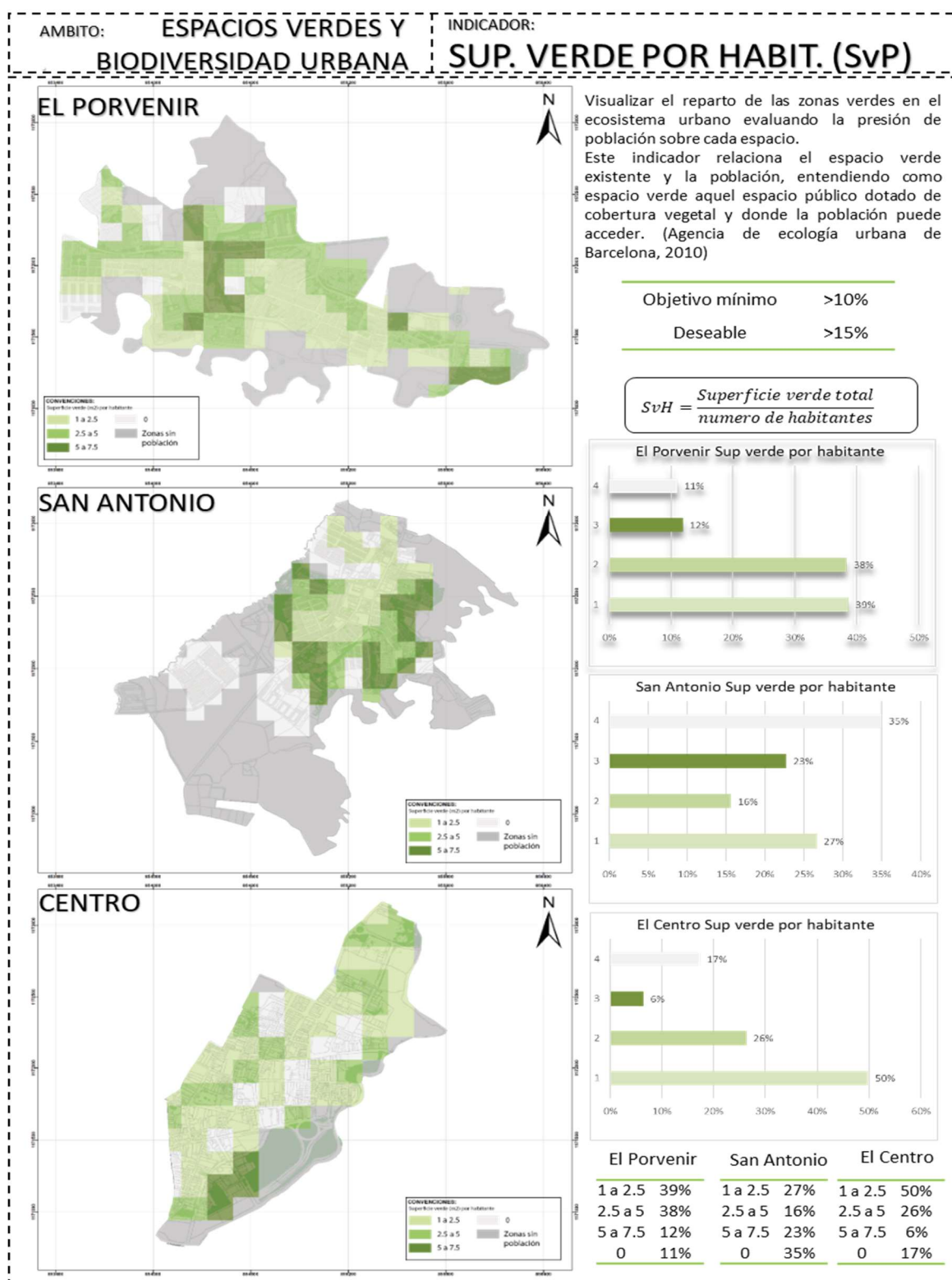
El equilibrio entre actividad y residencia nos da cuenta de la organización urbana, en términos de sostenibilidad lo que nos interesa es que existan la mayor cantidad de relaciones entre habitantes y usos terciarios o entre los mismos usos terciarios en el tejido de análisis, al incrementarse estas acciones se puede producir una autocontención en la movilidad satisfaciendo necesidades básicas cotidianas por medio de la mezcla de funciones y usos urbanos en un mismo tejido de análisis. El parámetro de evaluación de este indicador nos propone que el objetivo mínimo es que se cumpla con un valor de actividad residencia mayores a 15 y esto tenga un rango de cobertura mayor del 50%, observando los valores calculados para cada barrio se tiene que para el barrio El Porvenir se obtuvieron valores mayores de 30 en un 14%, valores entre 20 a 30 en un porcentaje de 17% y valores entre 15 a 20 en un 16% en consecuencia los valores mayores de 15 solo tienen una cobertura del 47%. En lo que se refiere al barrio San Antonio tenemos valores mayores de 30 en un 9%, valores entre 20 a 30 en un porcentaje de 11% y valores entre 15 a 20 en un 12% en consecuencia los valores mayores de 15 solo tienen una cobertura del 32%. Finalmente, para el barrio el centro se encuentran valores mayores de 30 en un 38%, valores entre 20 a 30 en un porcentaje de 28% y valores entre 15 a 20 en un 11% en consecuencia los valores mayores de 15 solo tienen una cobertura del 77%. Los resultados son buenos para el barrio El Centro el cual muestra un buen equilibrio de usos y cierto grado de complejidad urbana. El barrio San Antonio es el que muestra el menor grado de complejidad urbana ya que expone valores bastante bajos de actividad entregándonos la idea de un tejido Mono funcional, el barrio El Porvenir obtiene valores mayores de actividad se acerca a cumplir con el criterio de evaluación.

Tabla 9 Síntesis de evaluación de resultados de equilibrio actividad residencia para los tres barrios

EQUILIBRIO ACTIVIDAD RESIDENCIA				
Barrio	Requerimientos mínimos		Resultados alcanzados	
	Criterio	Cobertura		
El Povernir	>15	>50%	47%	⇒
San Antonio	>15	>50%	32%	↘
EL Centro	>15	>50%	77%	↗

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33 Ficha síntesis del indicador de superficie verde por habitante



Fuente: Elaboración Propia

La organización mundial de la salud plantea un valor mínimo recomendado de 10 m²/hab de superficie verde por habitante, la AEB toma este valor como parámetro de evaluación mínimo y lo que trata de evaluar es la presión de población sobre cada espacio verde siendo muy saludable y deseable un valor de al menos 15 m²/hab.

El valor del indicador evaluado por barrios, muestra que los barrios analizados no alcanzan los mínimos propuestos, se obtiene un valor total para el barrio el porvenir de 4.2 m²/hab, para el barrio San Antonio de 4.8 m²/hab y para El Centro de 3.7 m²/hab.

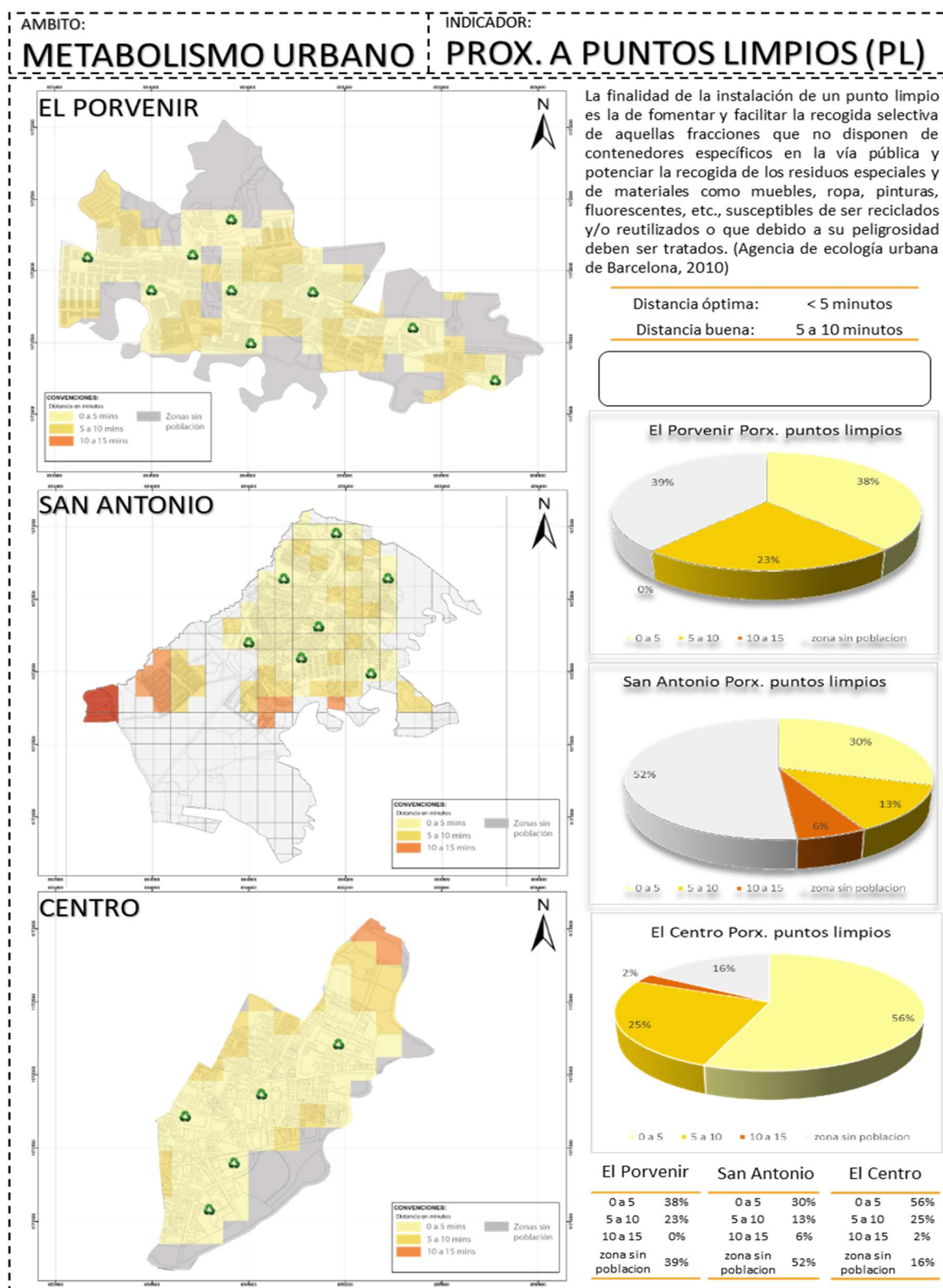
El valor de los indicadores es bastante bajo, sin embargo, no significa que exista poca superficie verde en las zonas de estudio, se debe considerar que el indicador se calcula por habitante, existen zonas con superficie verde que no se encuentran habitadas por ende el indicador da cuenta del reparto del verde dentro de la zona habitada, se observa que en la medición se hace referencia a una zona sin población, que presenta grandes porcentajes de recurrencia Así: para el barrio el porvenir 36%, para el barrio san Antonio el 53% y para el barrio El Centro 18 %. En estas zonas se observa la existencia de áreas verdes sin embargo no se encuentran articuladas con las dinámicas urbanas de los barrios, luego no existe mayor relación de aprovechamiento entre la población y estas áreas, esto no descarta el valor que estas zonas pueden tener desde el punto de vista ambiental o paisajístico, sin embargo, lo que se pretende medir con el indicador es el reparto de zonas verdes en el ecosistema urbano.

Tabla 10 Síntesis de evaluación de resultados de superficie verde por habitante para los tres barrios

SUPERFICIE VERDE POR HABITANTE			
Barrio	Requerimientos	Resultados alcanzados	
	mínimos Criterio		
El Povernir	>10	4.2	
San Antonio	>10	4.8	
EL Centro	>10	3.7	

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 34 Ficha síntesis del indicador de proximidad a puntos limpios



Fuente: Elaboración propia

El acceso a menos de 600 metros (diez minutos andando) persigue el cumplimiento del principio de proximidad, ubicando una red de instalaciones de tamaño reducido, próximas al usuario, con el fin de facilitar la participación de los vecinos y el fomento de la reutilización y recuperación de residuos. El criterio de evaluación consiste en proveer la cantidad y distribución correcta de puntos limpios que permitan a los habitantes recorrer una distancia media que resulte fácilmente asumible de transitar en un desplazamiento a pie, sumado al hecho de tener que acarrear con el peso de los residuos a depositar en el punto limpio, esta distancia es de aproximadamente 600 m que se recorren en 10 minutos en promedio, por encima de esta distancia se requiere la disponibilidad de un vehículo.

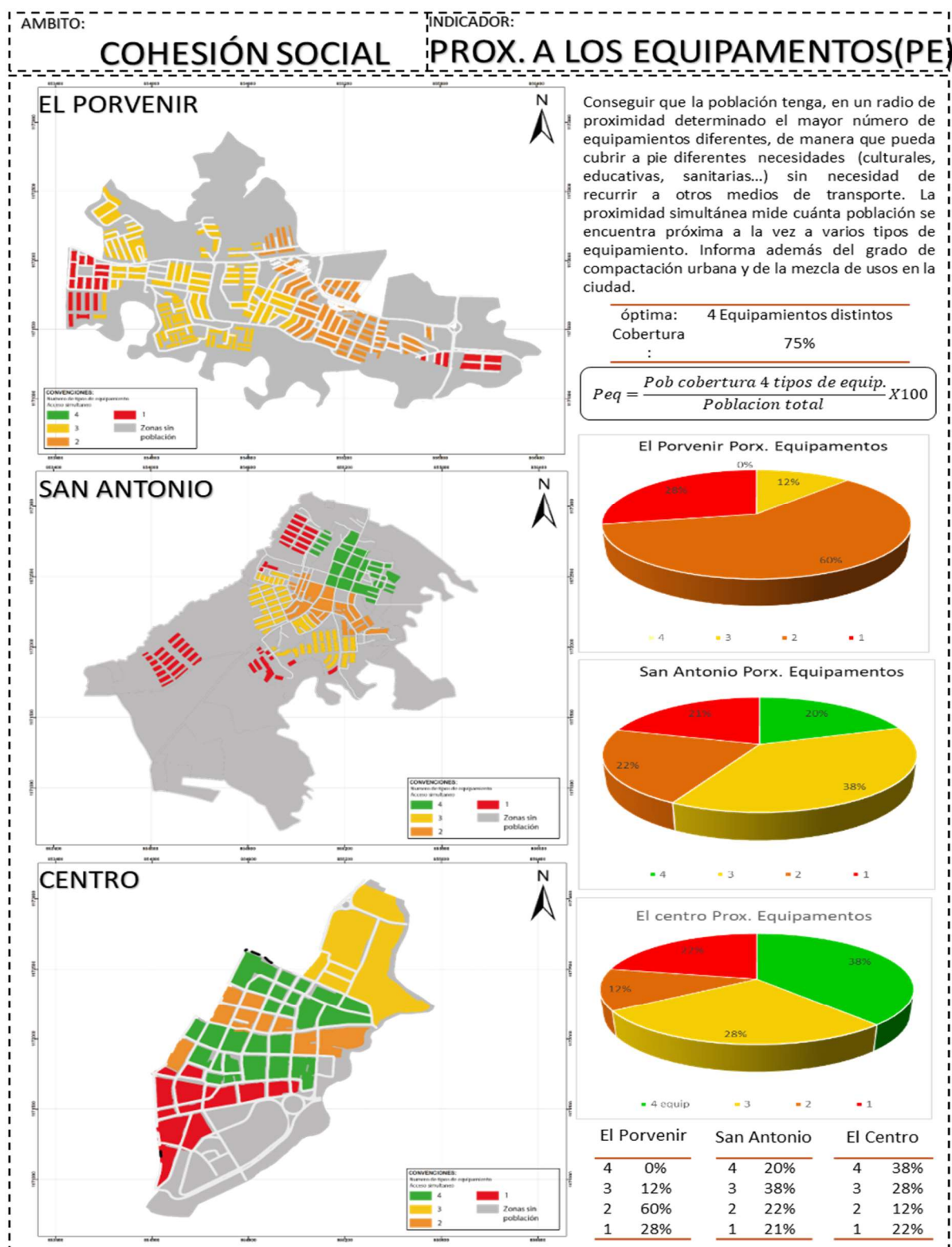
Para el barrio El Porvenir tenemos un 38% con proximidad menor de 5 minutos y 23% con proximidad de entre 5 y 10 minutos y considerando que el 39% restante es una zona sin población, podemos estimar un promedio ponderado de 6.88 minutos para la totalidad del barrio. Para el barrio San Antonio tenemos un 30% de la población en una proximidad menor de 5 minutos, un 13% en una proximidad de 10 minutos máximo y un 6% de los habitantes deben caminar en 10 y 15 minutos para conseguir un punto limpio, se puede calcular un promedio ponderado de 7.55 minutos para el Barrio, cumpliendo con el criterio de evaluación. Para el barrio el centro tenemos un 56% de la población en una proximidad menor de 5 minutos, un 25% en una proximidad de 10 minutos máximo y un 2% de los habitantes deben caminar en 10 y 15 minutos para conseguir un punto limpio, se puede calcular un promedio ponderado de 6.74 minutos para el Barrio, cumpliendo con el criterio de evaluación.

Tabla 11 Síntesis de evaluación de resultados de proximidad a puntos limpios para los tres barrios

PROXIMIDAD A PUNTOS LIMPIOS			
Barrio	Requerimientos		
	mínimos	Resultados	
	Criterio	alcanzados	
El Povernir	<10 min	6.88 min	
San Antonio	<10 min	7.55 min	
EL Centro	<10 min	6.74 min	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35 Ficha síntesis del indicador de proximidad a los equipamientos



Fuente: Elaboración propia

La proximidad simultanea mide cuanta población se encuentra próxima a la vez a varios tipos de equipamiento. Informa además el grado de compactación urbana y de la mezcla de usos en el barrio. Observamos que para el barrio el porvenir no existe la proximidad simultanea de la población a 4 equipamientos, la población con una proximidad a 1 equipamiento es del 28%, la población con proximidad a 2 equipamientos es del 60%, la población con proximidad a tres equipamientos es del 12%. Para el barrio San Antonio la población con una proximidad a 1 equipamiento es del 21%, la población con proximidad a 2 equipamientos es del 22%, la población con proximidad a tres equipamientos es del 38% y la población con proximidad a 4 equipamientos es del 20%. Para el barrio El Centro la población con una proximidad a 1 equipamiento es del 22%, la población con proximidad a 2 equipamientos es del 12%, la población con proximidad a tres equipamientos es del 28% y la población con proximidad a 4 equipamientos es del 38%.

Tabla 12 Síntesis de evaluación de resultados de proximidad a los equipamientos para los tres barrios

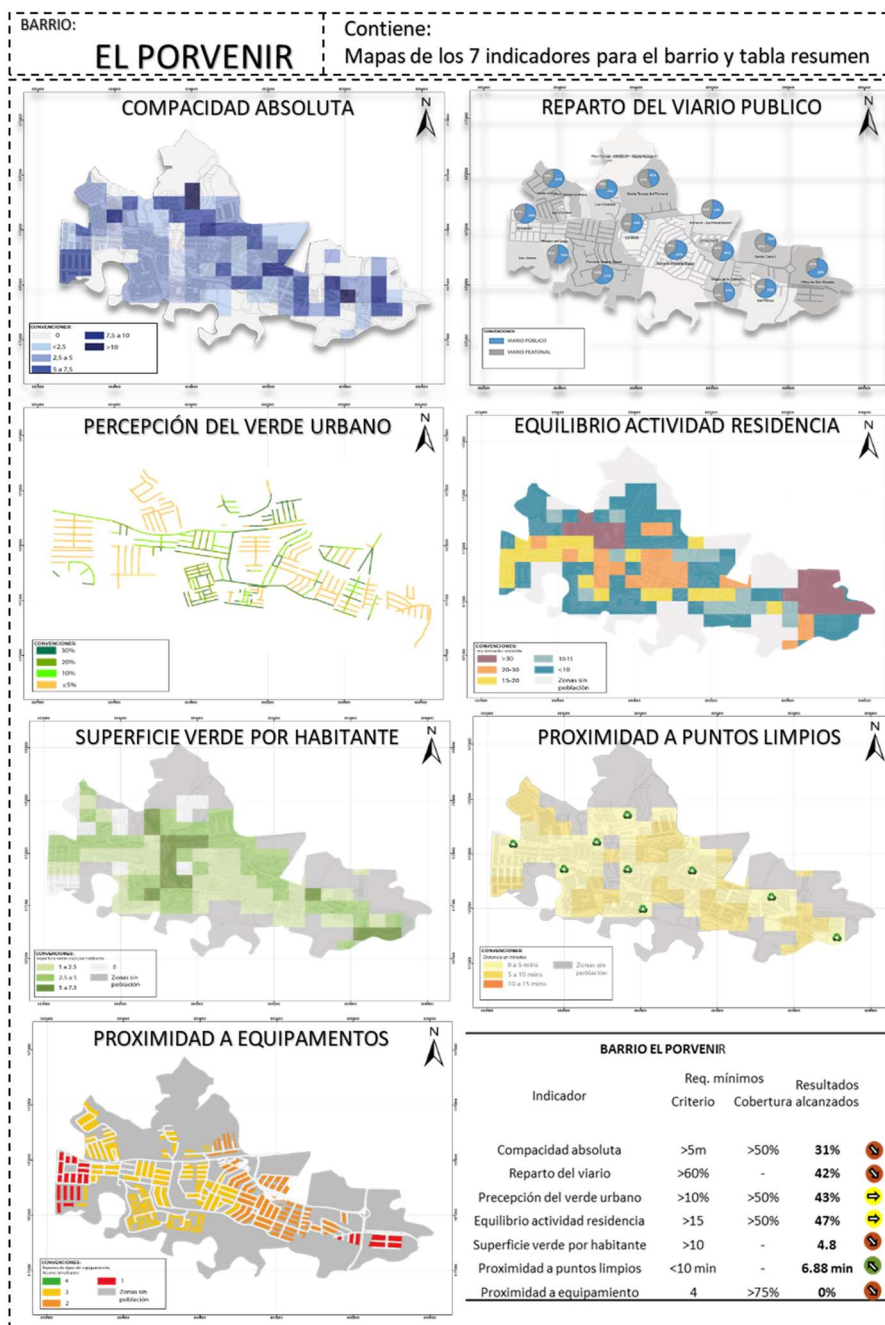
PROXIMIDAD A LOS EQUIPAMENTOS				
Barrio	Requerimientos mínimos		Resultados alcanzados	
	Equip.	Cobertura		
El Povernir	4	>75%	0%	
San Antonio	4	>75%	20%	
EL Centro	4	>75%	38%	

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4. Hallazgos

A continuación, se sintetiza en tres fichas los resultados de los 7 indicadores para cada barrio con el fin de realizar una mirada global de cada uno de los barrios

Tabla 13 Ficha síntesis de los 7 indicadores en el barrio el porvenir



Fuente: Elaboración Propia

A partir del análisis de los indicadores se puede establecer que para el barrio el porvenir factores morfológicos urbanos afectan directamente el resultado obtenido por ende se puede correlacionar los aspectos morfológicos del barrio con los niveles de sostenibilidad.

Analizando del indicador de compacidad absoluta se observa una distensión en la trama urbana que se produce por el tipo de urbanización unifamiliar de uno o dos pisos que ocupa el suelo, esta distensión desincentiva la reunión en un espacio más o menos pequeño los usos y funciones urbanas, es decir vulnera el principio de proximidad, de autocontenerse en el mismo barrio, también disminuye la probabilidad de contacto, el intercambio y la comunicación, esta distensión urbana es atribuible al factor morfológico urbano de la altura edificatoria.

El espacio público destinado al viario está distribuido dándole mayor importancia al vehículo motorizado entregándole casi un 60% de este espacio público a la vocación vehicular y relegando por ende la función del peatón, aumentando con esto los niveles de ruido, contaminación y entregándole a los peatones la percepción de peligro asociada a las velocidades de los automóviles. Esta condición puede tener su origen en los diseños de traza urbana en donde indiferentemente a la geometría de la traza, se privilegia el reparto del área para el vehículo y no para el peatón, es decir no se privilegian las trazas urbanas peatonales como pasajes, paseos o veredas peatonales, esto redundando en una disminución de la vitalidad urbana.

Los resultados obtenidos para la percepción del verde reflejan un nivel satisfactorio donde el valor se acerca bastante a los criterios mínimos propuestos, siendo la parte central del barrio donde se ubica la mayor percepción del verde en las calles, este indicador mantiene una estrecha relación con el confort térmico ya que a mayor presencia de vegetación se reduce la emisión de calor.

De acuerdo a la medición realizada se obtienen valores bajos de actividad, esto debido a la vocación residencial del sector donde no existe desde su creación una reserva de espacios

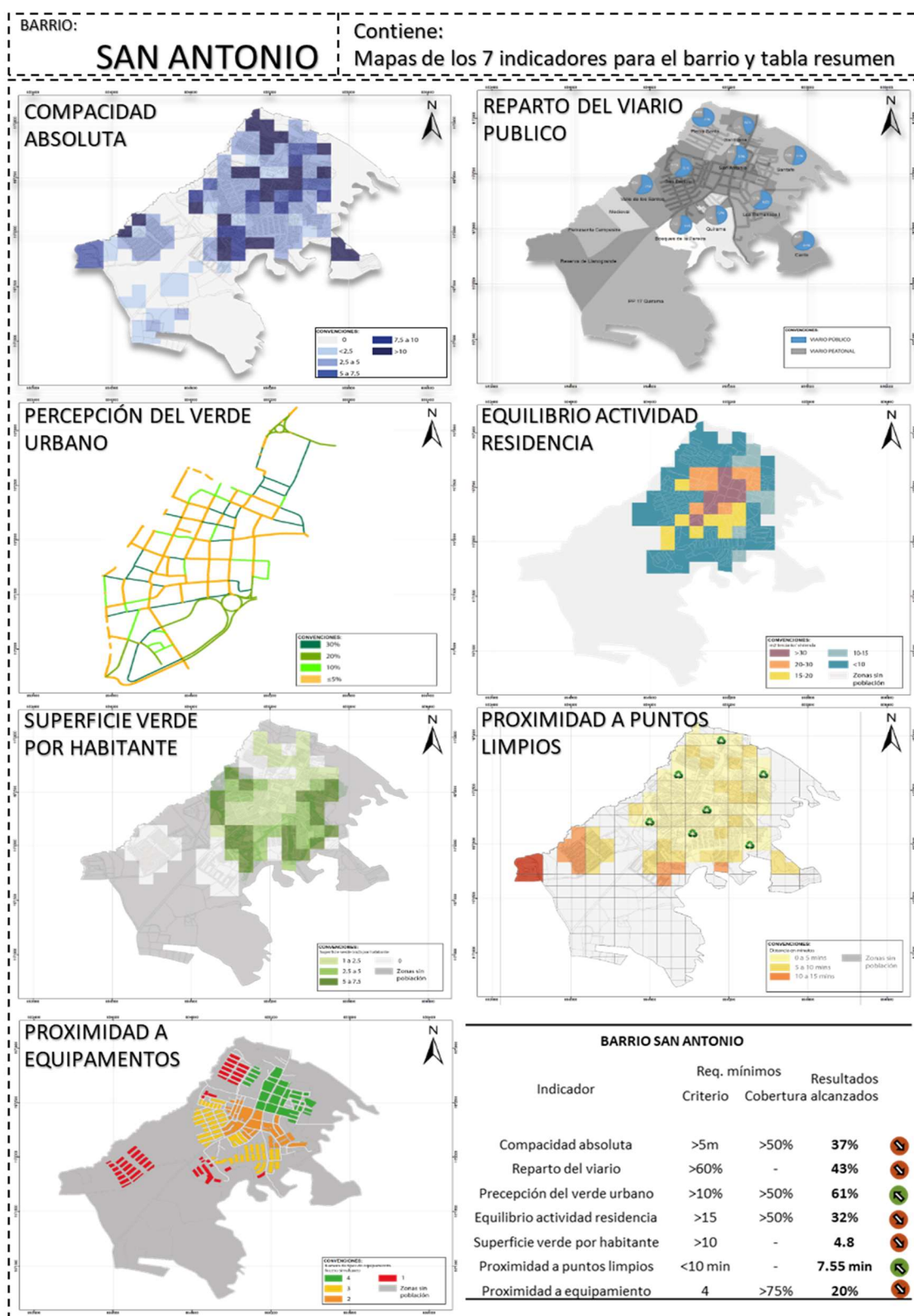
para actividades terciarias, es decir el número de locales dedicados a actividades terciarias provienen de la creciente necesidad de la comunidad por un producto o servicio y la transformación de espacios residenciales en espacios comerciales.

La superficie verde por habitante es bastante baja para este barrio, sin embargo se debe entender que el indicador relaciona el espacio verde existente y la población, es decir los sectores verdes no poblados quedan por fuera del cálculo del indicador, es decir el barrio el porvenir está rodeado que una gran superficie verde pero dentro de la trama urbana existe una gran carencia de superficie verde, la mayoría de viviendas esta desprovistas de jardín y existe en general una carencia de zonas verdes dentro de la trama urbana del barrio.

El barrio el porvenir está dotado con 9 puntos limpios distribuidos en las 179 hectáreas que posee el barrio, esto garantiza la contención de la movilidad en el barrio por este rubro, ya que en promedio un habitante tendrá que caminar 6,88 minutos para encontrar un punto limpio.

La proximidad a equipamientos en el barrio el porvenir está muy lejos de los criterios de evaluación de la AEB toda vez que no alcanza ni siquiera la proximidad a 4 equipamientos simultáneamente, siendo el porcentaje más alto de cobertura con un porcentaje del 60% la proximidad simultánea a 2 equipamientos esto nos informa acerca de la baja compactación urbana y la poca mixtura de usos en el barrio.

Tabla 14 Ficha síntesis de los 7 indicadores en el barrio el San Antonio



Fuente: Elaboración propia

El análisis de resultados para el barrio San Antonio nos muestra ciertos niveles aceptables de sostenibilidad alcanzados en dos indicadores la percepción del verde y los puntos limpios y aunque no se alcanza el criterio mínimo de evaluación en los otros indicadores se encuentra mucho más cercano de cumplir en la mayoría de los casos que el barrio El Porvenir.

Observamos una distensión de la trama urbana, con valores similares reportados por el barrio el Porvenir, sin embargo, se debe considerar que el barrio San Antonio posee hacia el sur una gran área de expansión de aproximadamente el 50 % lo cual afecta el promedio de la compacidad en el barrio, si se analiza solamente la zona urbanizada del barrio se evidencia que el barrio San Antonio posee una mayor compacidad que El Porvenir y se acerca con un 48% a cumplir con el criterio de evaluación mínimo que propone la metodología, en términos de la morfología del barrio se encuentra una altura edificatoria promedio más alta que en el barrio el porvenir alrededor de los 3 o 4 pisos de altura.

En términos del reparto del viario publico maneja prácticamente el mismo porcentaje para el barrio el porvenir, San Antonio y el Centro estando los tres por debajo del criterio mínimo de evaluación lo que sugiere que se privilegia al vehículo en el reparto del espacio público. En cuanto a la percepción del verde urbano si se observa una mejora en los valores del indicador para el barrio San Antonio esto responde a un mayor número de viviendas con jardín, los separadores en las vías empedrados y arborizados y algunas zonas verdes distribuidas en diferentes puntos del barrio.

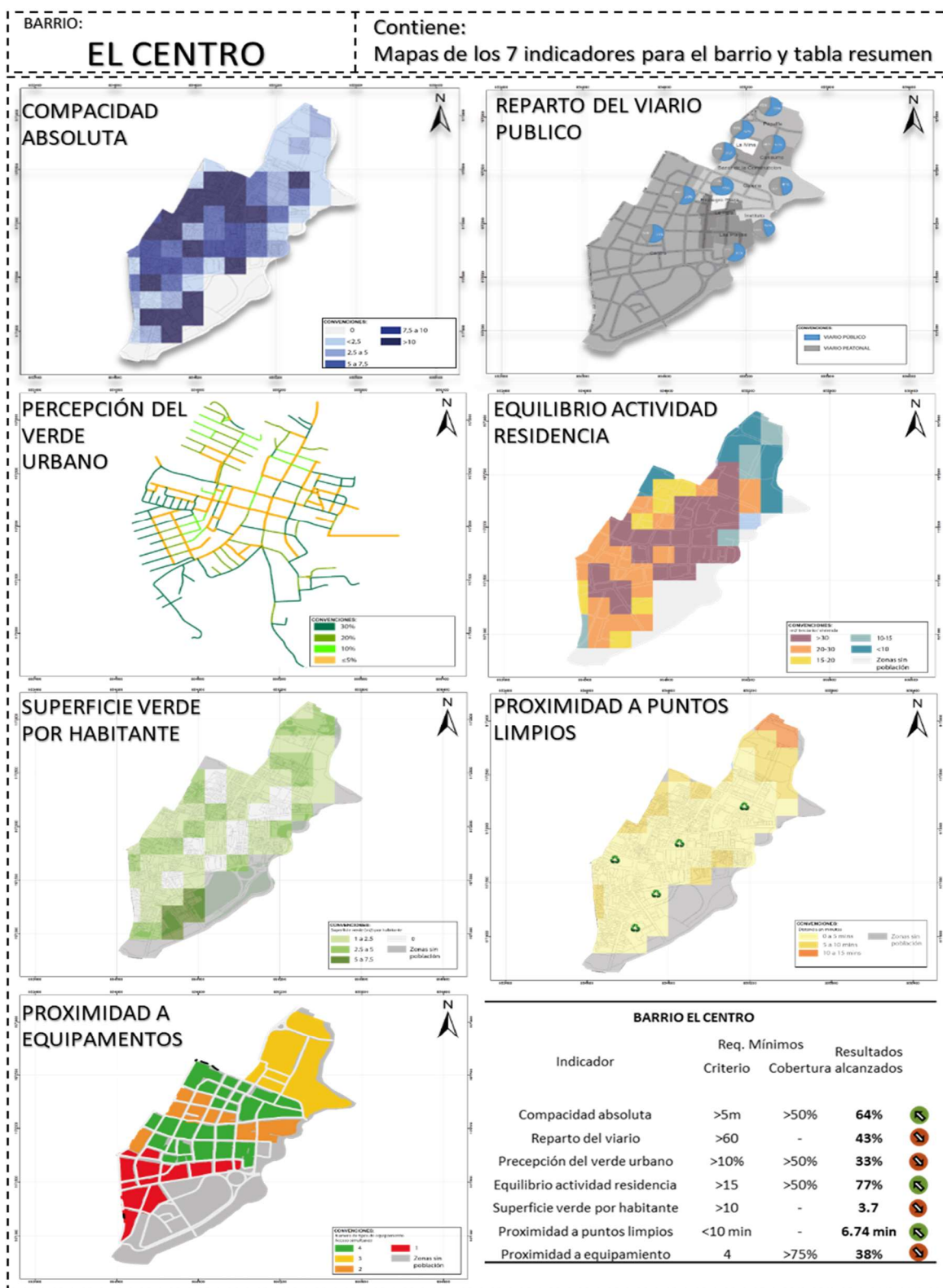
Se observa que de acuerdo a lo calculado que la actividad terciaria en el barrio es muy baja, el criterio mínimo de evaluación no se cumple, sin embargo, al barrio poseer un área de expansión urbana que permitiría corregir este indicador creando suficiente mixtura que promueva el uso de otras actividades diferentes a la residencial y de esta manera aumentar la complejidad urbana.

En este barrio sucede el mismo fenómeno que ocurre en el barrio El porvenir y esto es que a pesar que se observa el barrio rodeado por zonas verdes, no existe relación entre estas zonas y los habitantes, es decir los habitantes no tienen acceso a los beneficios directos de habitar estas zonas con cobertura verde, pero si se benefician indirectamente en el sentido paisajístico, ecológico y de confort térmico. El valor de superficie verde por habitante de acuerdo al criterio de evaluación es insatisfactorio.

El indicador de puntos limpios se comporta bastante bien debido a que a pesar de tener 224,6 hectáreas de extensión, mayor que en el barrio El Porvenir y solo 7 puntos limpios, menos que en el porvenir, Los puntos limpios se encuentran ubicados en la zona de mayor urbanización del barrio, esto permite que en promedio un habitante tarde 7.55 minutos en encontrar un punto limpio, esto está por debajo del criterio de evaluación que establece una distancia máxima de 600 m o 10 minutos caminando. Sin embargo, a pesar de que en promedio se obtiene un valor satisfactorio a diferencia que en el barrio El Porvenir, en el barrio san Antonio encontramos un pequeño sector que se encuentran superando el criterio mínimo de evaluación.

El indicador de proximidad a equipamientos es completamente insatisfactorio en relación al criterio mínimo de evaluación, sin embargo, el barrio San Antonio se comporta mucho mejor que el barrio El Porvenir toda vez que se encuentra un 20% de la población servida con 4 equipamientos simultáneamente, esta mejora comparada con el barrio El Porvenir se puede explicar por una mejora en la compacidad del barrio.

Tabla 15 Ficha síntesis de los 7 indicadores en el barrio El Centro



Fuente: Elaboración propia

El análisis de resultados para el barrio El Centro nos deja ver que de los tres barrios analizados el que presenta mayores niveles de sostenibilidad es el barrio el centro, logrando cumplir con los criterios mínimos de evaluación para tres indicadores compacidad absoluta, equilibrio actividad residencia y proximidad a puntos limpios.

En el barrio el centro observamos una trama urbana mucho más compacta, con valores mucho más elevados que los reportados en los dos barrios anteriores, este grado de compacidad se obtiene debido a la altura edificatoria del barrio que en promedio es de 6 pisos que permite una mayor densificación.

Es interesante la comparación del valor porcentual en el que se presenta el reparto del viario público, ya que para los tres barrios es bajo y no se cumple con el criterio de evaluación, si es muy significativo el hecho que los tres barrios tengan exactamente el mismo reparto, lo cual no es lógico toda vez que poseen densidades diferentes, esto nos lleva a pensar que la sección de vía se replica de manera simultánea en los tres diferentes entornos sin considerar sus cargas de tráfico, lo anterior con mayor detrimento en el barrio el centro la congestión vehicular alarga los tiempos de viaje, aumenta la contaminación ambiental y sonora.

El indicador de la percepción del verde sufre un gran descenso para el barrio El Centro siendo el más bajo de los tres calculados, se sustenta en la falta de jardines, zonas verdes y la proliferación de zonas duras. El Centro presenta una gran actividad comercial, esto se evidencia su indicador equilibrio actividad residencia, siendo el mayor valor para los tres barrios analizados, se observa la vocación original de algunos locales comerciales de vieja data y las de otros más recientes que han sido modificados para este uso, donde predomina el uso de locales comerciales en la primera franja del edificio y residencia en los piso subsecuentes, la mixtura en usos es alta en esta zona y la vitalidad urbana es una de sus características.

En este barrio el indicador de superficie verde por habitante es bajo e insatisfactorio, no alcanza el criterio mínimo de evaluación, lo que evidencia la falta de espacio público con cobertura vegetal, la gran mayoría del barrio e incluso la mayoría de espacio público se encuentra configurado en zonas duras.

El indicador de puntos limpios se comporta bastante bien debido a que de los barrios analizados este es el que tiene menor extensión 75.7 hectáreas, y posee 6 puntos limpios, esto permite que en promedio un habitante tarde 6.74 minutos en encontrar un punto limpio, este valor es satisfactorio estando por debajo del criterio de evaluación que establece una distancia máxima de 600 m o 10 minutos caminando.

El indicador de proximidad a equipamientos es insatisfactorio en relación al criterio mínimo de evaluación, sin embargo, el barrio El Centro presenta el mejor comportamiento cuando se compara con los otros barrios. Su población cuenta con acceso simultáneo a 4 equipamientos en un porcentaje del 38%, aunque no alcanza a cumplir con el criterio mínimo de evaluación, de los tres barrios analizados este es el que posee mayor dotación de equipamientos.

Capítulo 5. Discusiones y conclusiones

Hallazgos

Los hallazgos de esta investigación sugieren que la sostenibilidad de un territorio depende directamente de las unidades mínimas que lo componen; en este caso, dicha unidad mínima es el barrio. A través de este estudio, se evidencia que el contexto barrial se convierte en una variable preponderante que impacta el cálculo de los indicadores de sostenibilidad.

El análisis de los indicadores calculados permite comprender cómo la morfología urbana de cada barrio influye directamente en los valores obtenidos. Se encontró que el cálculo de la compacidad absoluta responde de manera sensible a la característica morfológica de la altura edificatoria del barrio. Por ejemplo, el barrio con el mayor valor de compacidad absoluta, El Centro, también presenta la mayor altura edificatoria.

El reparto viario está estrechamente relacionado con la sección de la vía promedio. En los tres barrios analizados, el indicador de reparto viario es prácticamente el mismo, lo que indica que la sección de vía promedio es igual. Este hecho establece un desequilibrio, dado que El Centro posee una mayor compacidad en comparación con los otros barrios. Es evidente la preponderancia del vehículo sobre el espacio público, lo que sugiere que un futuro estudio podría proyectar el uso de supermanzanas en los tres barrios para observar cómo cambian sus indicadores. Una supermanzana está delimitada por vías principales y configura un área cuyo interior incluye un conjunto de manzanas, donde el tráfico de paso tiene acceso restringido, convirtiéndose en un espacio preferente para peatones, ciclistas y vehículos de servicio (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2009).

La percepción del verde urbano es aceptable para los barrios El Porvenir y San Antonio, pero insuficiente para El Centro. Esta insuficiencia se refleja en la proliferación de zonas duras, la ausencia de jardines y la falta de separadores arborizados. Los tres barrios analizados

presentan un valor insuficiente para el indicador de superficie verde por habitante, contrastando con el indicador de percepción del verde, que es aceptable para El Porvenir y San Antonio. Esta situación se debe a que existe una gran superficie verde alrededor de los mencionados barrios; sin embargo, los habitantes no tienen acceso directo a estas áreas, lo que limita su uso como espacios públicos. La interacción con estas zonas se reduce a la contemplación, sin dejar de lado sus beneficios psicológicos, ecológicos y ambientales.

El indicador de equilibrio entre actividad y residencia muestra resultados muy satisfactorios para El Centro y aceptables para El Porvenir, mientras que San Antonio se encuentra muy por debajo del criterio mínimo de evaluación. Esto se explica, en parte, por su trazado urbano poligonal, donde predomina la unidad residencial cerrada, con edificaciones mayoritariamente dedicadas al uso residencial y escasa reserva de unidades para otros usos. En este contexto, es relevante mencionar que, en El Porvenir, aunque originalmente era un barrio de vocación residencial con mínima reserva de unidades comerciales, se llevaron a cabo procesos orgánicos de renovación de espacios para introducir unidades comerciales a medida que surgían necesidades, alcanzando niveles aceptables de actividad. Esto indica vitalidad urbana y un grado de organización en el sistema urbano. Por otro lado, en San Antonio, es difícil contener la población dentro de su área, lo que impacta no solo en la movilidad, sino también en el metabolismo urbano del barrio.

Es recurrente en los tres ámbitos de estudio la insatisfacción con los indicadores de reparto del viario público, superficie verde por habitante y proximidad a equipamientos. Aunque el alcance de este estudio es insuficiente para generalizar tendencias en todo el municipio, indica un gran déficit en el espacio público y en el modelo de ocupación.

En términos generales, se pudieron establecer niveles de sostenibilidad para los tres barrios. Los resultados indican que el barrio que presenta los mayores niveles de sostenibilidad es El Centro, ya que es el que muestra un mayor número de indicadores que superan los criterios

mínimos de evaluación. Es decir, de los tres ámbitos de estudio, El Centro se acerca más al modelo intencionado de ciudad. Sin embargo, se deben considerar las limitaciones de este estudio, que solo evalúa una parte discreta de los indicadores; es probable que una aplicación exhaustiva de la batería de indicadores varíe los niveles de sostenibilidad.

Conclusiones:

Este estudio analizó la viabilidad de calcular niveles de sostenibilidad a escala barrial en el municipio de Rionegro, Antioquia, mediante la aplicación de la metodología propuesta por la Agencia Ecológica Urbana de Barcelona. Se seleccionaron tres contextos barriales diferenciados: El Porvenir, San Antonio y El Centro, y se eligieron siete indicadores: compacidad absoluta, reparto del viario público, percepción del verde urbano, equilibrio entre actividad y residencia, superficie verde por habitante, proximidad a puntos limpios y proximidad a equipamientos. Estos indicadores representan cada uno de los ámbitos que conforman los cuatro ejes del modelo intencionado urbano: compacidad y funcionalidad urbana, complejidad urbana, metabolismo urbano y cohesión social. Tras la aplicación de los siete indicadores en los tres contextos seleccionados, se obtuvieron distintos niveles de sostenibilidad para cada barrio. El Centro se destacó como el área con mayores niveles de sostenibilidad, superando los criterios de evaluación en los indicadores de proximidad a puntos limpios, equilibrio entre actividad y residencia, y compacidad absoluta.

Se evidenció que los niveles de sostenibilidad están estrechamente relacionados con el tejido o trazado urbano de cada barrio. Esto pone de manifiesto la existencia de una correlación entre los niveles de sostenibilidad alcanzados por cada indicador y las estructuras morfológicas que caracterizan cada contexto. En particular, resultan relevantes aspectos como el trazado

urbano, la altura edificatoria, la sección de vía promedio y, en general, el modelo de ocupación de cada barrio.

En términos generales, los resultados obtenidos para los tres barrios son variados, lo cual responde a las distintas condiciones presentes en cada ámbito de estudio. Se observaron resultados muy satisfactorios y generalizados en cuanto a la proximidad a puntos limpios, lo que indica un metabolismo urbano adecuado. En contraposición, la superficie verde por habitante y la proximidad a equipamientos obtuvieron los marcadores más bajos. En lo que respecta a la compacidad absoluta, el equilibrio entre actividad y residencia, y la percepción del verde, los valores son heterogéneos y dependen de situaciones específicas de cada contexto.

El estudio de los niveles de sostenibilidad barrial permite realizar un diagnóstico profundo que identifica las causas de los comportamientos específicos que contribuyen al estado actual de la sostenibilidad en un sector. Además, facilita la formulación de estudios prospectivos aplicados a escenarios futuros, evaluando diferentes modelos de ocupación del suelo y determinando cuál es el más sostenible. Esto proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas respecto a los instrumentos de planificación.

Es fundamental desarrollar políticas públicas que aborden la gestión, actualización y aseguramiento de los datos, dado que estos constituyen un insumo crucial que respalda la toma de decisiones en los procesos de ordenamiento y planificación a diversas escalas en el territorio.

Para la realización de este trabajo de investigación, se empleó la metodología propuesta por la Agencia Ecológica de Barcelona, lo cual fue posible gracias a los criterios de selección de la muestra. Sin embargo, es esencial evaluar la idoneidad de la metodología para cada caso particular, considerando el contexto de aplicación y la necesidad de ajustar los criterios de evaluación de cada indicador, si fuera necesario.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2009). *Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz*. Vitoria-Gasteiz: Departamento del medio ambiente del ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

Agencia de ecología urbana de Barcelona. (2010). *Plan de indicadores de sostenibilidad urbana Vitoria-Gasteiz*. Vitoria-Gasteiz: Departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

Camara de Comercio del Oriente Antioqueño. (2023). *Oriente Antioqueño 2022 Concepto Económico*. Rionegro, Antioquia: Camara de Comercio de Oriente.

Cf, O. D. D. S. . (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, NY, USA.

Fadda, G., & Cortés, A. (2007). Barrios. En busca de su definicion en Valparaiso. *Urbano*, 50-59.

Herrera, S. C. (18 de Septiembre de 2018). La expansion urbana en Rionegro ¿Estamos listos para afrontarla? *El Colombiano*.

Mostafavi, M., & Doherty, G. (2016). *Ecological Urbanism*. Zurich: Lars Müller.

Municipio de Rionegro. (s.f.). Georio. portal geografico del Municipio de Rionegro.

Naredo, J. M. (1996). Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenible. *Documentacion social*, 129-147.

ONU. (1992). *Declaracion Cumbre de la Tierra*. Río.

ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible.

- Ospina, D. E. (2014). Desarrollo sostenible como proyecto de sostenibilidad. *Ciencias estrategicas*, 67-81.
- Quiroga Martinez, R. (2021). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Cepal.
- Restrepo Sanchez, J. A., & Arboleda Morales, L. (2020). *Medellin tres casos de estudio de sostenibilidad urbana a escala barrial*. Medellin: Ediciones USTA.
- Rueda, S. (2009). *Plan especial de indicadores de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanistica de sevilla*. Madrid: Gerencia de Urbanismo. Ayuntamiento de sevilla, Agencia de ecología de Barcelona.
- Rueda, S. (2019). El Urbanismo Ecosistemico. *Ciudad y territorio, estudios territoriales*, 723-752.