



SusBCity

Vol.8, No.1
enero-diciembre
2026

ISSN L-2710-7426

Publicación Anual

Revista SusBCity

Revista multidisciplinaria - Publicación anual

Para correspondencia, canje e información contactar al Fundador y Editor Jefe de la Revista SusBCity Dr. Jorge Isaac Perén Montero a: jip@jorgeisaacperen.com

Portada: Jorge Isaac Perén Montero y Danna Paola Arboleda

Todos los derechos reservados

Los artículos publicados pueden ser reproducidos citando la fuente.

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de sus autores y no expresan necesariamente el pensamiento del directo y editor jefe, ni de los comités editoriales ni de la entidad.

ISSN L 2710-7426

COMITÉ EDITORIAL

Director y Editor Jefe

Dr. Jorge Isaac Perén Montero

Grupo SusBCity (Sustainable Building and City Research Group)
Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá (FADUP).
JIP+ Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería, SA.

Comité Científico Internacional

Dra. Silvia de Schiller

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de
Buenos Aires, Argentina

Dr. John Martin Evans

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de
Buenos Aires, Argentina

Dra. Tatiana Sakurai

Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad de Sao Paulo
(USP), Brasil

Dr. Antonio Castillo

Instituto Politécnico Nacional (IPN), México

Comité Científico Nacional

Dr. Alexis Tejedor

Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).

Dr. Jorge Quijada

Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).

Dra. Silvia Arroyo

Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá (FADUP).

Consejo de Redacción

Laureano Jaramillo
JIP+ Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería S.A.

Danna Paola Arboleda
JIP+ Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería S.A.

Producción y Edición

Jorge Isaac Perén Montero
JIP+ Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería S.A.

EDITORIAL

Editorial – Volumen 8 de la Revista Científica SusBCity

La Revista Científica **SusBCity** nace en 2016, a partir de mi retorno a Panamá y de la convicción de que el país y la región requerían un espacio académico especializado en la sustentabilidad del edificio y la ciudad. Este proyecto editorial fue creado y financiado inicialmente con fondos privados propios, logrando su licencia ante la Biblioteca Nacional de Panamá como un esfuerzo independiente orientado a la investigación, la reflexión crítica y la difusión del conocimiento científico. Un hito fundamental en su consolidación fue la reunión con el Dr. Flores, rector de la Universidad de Panamá, gracias a la cual SusBCity fue incorporada al repositorio oficial de revistas científicas de la UP, fortaleciendo su visibilidad, rigor académico y alcance institucional. Asimismo, la revista ha sido financiada de manera sostenida por la empresa **JIP plus arquitectura, urbanismo e ingeniería S.A.**, evidenciando que la alianza entre universidad y empresa privada constituye un camino viable y necesario para promover la investigación aplicada y la difusión de la ciencia en contextos emergentes.

El **Volumen 8 de SusBCity** reafirma esta visión integradora, presentando artículos que abordan, desde distintas escalas y enfoques metodológicos, los desafíos contemporáneos de la sustentabilidad en el entorno construido. En conjunto, los trabajos publicados reflejan la convergencia entre innovación tecnológica, planificación urbana, diseño arquitectónico y bienestar social.

El primer artículo, *Rendimiento termo-energético de aislante de micelio como alternativa sostenible para aislación térmica en sistemas industriales de construcción liviana*, explora el potencial de materiales biobasados como respuesta a la creciente demanda de soluciones de bajo impacto ambiental, aportando evidencia experimental relevante para la transición hacia sistemas constructivos más eficientes y circulares. En el ámbito urbano, el artículo *Análisis de la infraestructura vial peatonal en entornos escolares de Panamá* examina la calidad y seguridad del espacio público destinado a la movilidad peatonal infantil, poniendo de relieve la relación entre diseño urbano, seguridad vial y equidad territorial. Complementariamente, *Potencial de mejora de la movilidad activa en la avenida Cincuentenario: ciclorruta de conexión multipropósito* analiza estrategias para fortalecer la movilidad activa, destacando el rol de la infraestructura ciclista como elemento clave para ciudades más saludables y resilientes. Desde la escala edilicia, el estudio *Estudio del asoleamiento interior de apartamentos del P.H. Elite 500 y P.H. Ocean Front* aborda el desempeño ambiental pasivo de edificios residenciales en clima cálido-húmedo, aportando criterios técnicos para el control solar, la ventilación natural y la eficiencia energética, aspectos fundamentales para la sostenibilidad arquitectónica en el trópico. Finalmente, *Un instrumento de apoyo para la selección de terrenos destinado para residenciales de adultos mayores: caso San Miguelito* introduce una herramienta de apoyo a la toma de decisiones urbanas con enfoque social, integrando variables territoriales, ambientales y de accesibilidad para responder al envejecimiento poblacional desde una perspectiva sostenible.

Este año, gracias al financiamiento continuo de **JIP plus arquitectura, urbanismo e ingeniería S.A.**, SusBCity ha ampliado su difusión a varios países de la región, lo que ha permitido incorporar contribuciones internacionales, incluyendo artículos provenientes de Argentina, fortaleciendo el carácter latinoamericano de la revista. Con este volumen, SusBCity reafirma su compromiso con la excelencia científica, el diálogo interdisciplinario y la construcción de ciudades y edificios más sostenibles, inclusivos y resilientes para las generaciones presentes y futuras.



Dr. Jorge Isaac Perén Montero
Editor en Jefe Revista Científica SusBCity

Índice

- Rendimiento termo-energético de aislante de micelio como alternativa sostenible para aislación térmica en sistemas industriales de construcción liviana	8
- Análisis de la infraestructura vial peatonal en entornos escolares de panamá	17
- Potencial de mejora de la movilidad activa en la avenida cincuentenario: ciclorruta de conexión multipropósito	22
- Estudio del asoleamiento interior de apartamentos del P.H. Elite 500 y P.H. Ocean Front	32
- Un instrumento de apoyo para la selección de terrenos destinado para residenciales de adultos mayores: caso san miguelito	41

RENDIMIENTO TERMO-ENERGÉTICO DE AISLANTE DE MICELIO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA AISLACIÓN TÉRMICA EN SISTEMAS INDUSTRIALES DE CONSTRUCCIÓN LIVIANA

Maira Terraza ^{1a}, Noelia Alchapar ^{1b}, Maria Victoria Mercado ^{1c}, Ayelén Villalba ^{1d}

¹ Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Mendoza, Argentina.

^{1a} mterraza@mendoza-conicet.gob.ar ; ^{1b} nalchapar@mendoza-conicet.gob.ar ; ^{1c} mvmmercado@mendoza-conicet.gob.ar ;

^{1d} avillalba@mendoza-conicet.gob.ar

^{1a} 0009-0007-7107-9886, ^{1b} 0000-0003-2682-3163, ^{1c} 0000-0003-1471-3709, ^{1d} 0000-0002-6401-7085

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7426.9374>

RESUMEN: La necesidad de incrementar la eficiencia energética de los edificios y de reducir el impacto ambiental asociado al uso de materiales convencionales impulsa la búsqueda de soluciones constructivas más sostenibles. En este contexto, este estudio analiza el comportamiento térmico y energético de un biomaterial basado en micelio (MBC) comparado con el poliestireno expandido (EPS) en sistemas constructivos livianos (tipo SIP). Se evaluaron sus propiedades térmicas y su incidencia en el desempeño energético de un prototipo ubicado en dos zonas bioambientales (IVa y V) de la provincia de Mendoza, Argentina. El análisis incluyó el cálculo del valor U según normativas y simulaciones energéticas realizadas en *EnergyPlus*. Los principales resultados muestran que el MBC debe incrementar su espesor a 75 mm, para alcanzar un rendimiento comparable al de un EPS de 50 mm. Entre ambos aislantes se observa una diferencia de la demanda anual de calefacción del 1%. Los resultados indican que el MBC constituye una alternativa viable para su aplicación como aislante térmico y refuerzan la necesidad de resolver desafíos vinculados al desarrollo de estas nuevas tecnologías considerando aspectos físicos (como la reducción de su peso), durabilidad y producción su fabricación a escala industrial que posibiliten la viabilidad de su implementación.

PALABRAS CLAVES: aislación térmica, aislantes no convencionales, biomaterial de micelio, eficiencia energética, materiales aislantes tradicionales.

ABSTRACT: Improving the energy efficiency of buildings and reducing the environmental burden associated with conventional insulation materials has intensified the search for more sustainable construction alternatives. This study investigates the thermal and energy performance of a mycelium-based composite (MBC) in comparison with expanded polystyrene (EPS) within lightweight structural insulated panel (SIP) systems. Thermal properties and their influence on the energy behavior of a simplified prototype located in two bioenvironmental zones (IVa and V) of Mendoza, Argentina, were assessed. The analysis involved the determination of U-values following relevant standards and building energy simulations conducted in *EnergyPlus*. The main results show that the MBC must increase its thickness to 75 mm in order to achieve a performance comparable to that of a 50 mm EPS. A 1% difference in annual heating demand is observed between the two insulation materials. Overall, the findings position MBC as a promising thermal insulation alternative and underscore the need to address remaining challenges related to its physical properties, durability, and scalable manufacturing to support its practical adoption in the construction sector

KEYWORDS: energy efficiency, mycelium-based biomaterial, thermal insulation, traditional insulation materials, unconventional insulation materials

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética de los edificios es una condición necesaria en la actualidad para reducir las emisiones de la

industria de la construcción. Las demandas de enfriamiento y calefacción, especialmente en regiones de clima árido, representan un desafío para reducir el consumo de energía destinado a la climatización [1-2].

En este contexto, el diseño de la envolvente del edificio es crucial, ya que define directamente la demanda energética de calefacción y refrigeración, además de ser esencial para garantizar el confort y la calidad ambiental interior. Su conformación es, asimismo, un factor importante en la determinación del carbono incorporado del edificio. La forma más efectiva de reducir las necesidades térmicas y asegurar el confort es mediante un buen diseño que integre envolventes de alto rendimiento. La selección de la estructura y los materiales de la envolvente es particularmente significativa en comparación con otras soluciones, dada la larga vida útil de los edificios y los costos asociados a dicha envolvente [3]. La incorporación de aislamiento térmico es una estrategia clave para reducir las emisiones causadas por la energía consumida durante la etapa de uso de los edificios. Numerosos estudios han demostrado que la inclusión de estrategias de aislamiento en los sistemas constructivos permite ahorrar entre un 35 y 60% de energía [4-7] lo cual contribuye directamente a la disminución de las emisiones de este sector.

En los últimos años, en diversas ciudades latinoamericanas ha aumentado la adopción de sistemas industrializados y tecnologías livianas en seco, impulsadas por su rapidez de ejecución, menor costo y, en muchos casos, por discursos comerciales que las posicionan como alternativas eficientes y sustentables. Este crecimiento se refleja en la expansión de soluciones como los paneles aislantes estructurales (SIP, por sus siglas en inglés) y el sistema *steel frame*, favorecidos por su estandarización industrial. Las proyecciones del mercado indican una tasa de crecimiento anual compuesta superior al 6% para el periodo 2025–2030 [8]

Entre estos sistemas, los paneles SIP se han consolidado como una tipología de alto rendimiento dentro de la construcción en seco [9]. Se componen de un núcleo aislante entre dos láminas estructurales de OSB, lo que les confiere simultáneamente capacidad portante y eficiencia térmica. En el mercado regional, los SIP con núcleos de poliestireno expandido (EPS) o poliuretano (PUR) son los más utilizados por su buen desempeño térmico. Gracias a su condición prefabricada y a la rapidez de montaje, se emplean de manera versátil en muros, techos y pisos. No obstante, estas prestaciones coexisten con limitaciones asociadas a su costo inicial y a impactos ambientales relevantes, como la energía incorporada y la huella de carbono, generada en mayor medida durante la producción del aislante [10].

Es por esto que actualmente, la industria de la construcción se encuentra en un punto de transición hacia el uso de materiales más sostenibles y de menor impacto ambiental. Entre estas alternativas se destaca la aplicación de residuos agroindustriales o subproductos orgánicos de diversas industrias que han demostrado ser eficientes desde el punto de vista técnico. A nivel local, la situación es similar. En

Argentina, los materiales más utilizados en la envolvente edilicia continúan siendo los considerados tradicionales como el poliestireno expandido (EPS) [11], sin embargo, en la última década ha aumentado de manera significativa la demanda y el desarrollo de nuevos materiales para la construcción [12-13]. A nivel nacional se destacan, por un lado, los aislantes basados en la lana de ovino, como alternativa comercial posicionando varias empresas nacionales (Abriga, Aislana, Lanarq, entre otras). Por otro lado, surgen como otra alternativa para procesar fibras naturales los materiales biofabricados basados en micelio fúngico (MBC por sus siglas en inglés). El micelio, la estructura vegetativa de los hongos, ha emergido como una posibilidad prometedora para la producción de nuevos materiales debido a su capacidad para crecer y consolidarse en una variedad de sustratos naturales, creando biocomposites con buenas propiedades físicas, térmicas y mecánicas, aunque varían significativamente dependiendo del hongo utilizado, el tipo de sustrato y su proceso de fabricación [14 - 20]. Estos materiales de origen natural, no solo otorgan una segunda vida a estos residuos, sino que también minimizan el consumo de energía asociado con su producción, contribuyendo a reducir la huella ambiental de los materiales convencionales [11], [19], [21-24].

Este escenario refuerza la necesidad de avanzar en el desarrollo y en la evaluación del rendimiento energético de materiales aislantes innovadores, de bajo impacto ambiental que permitan complementar o mejorar el desempeño térmico de las soluciones constructivas livianas actualmente en expansión en América Latina.

En este contexto, el objetivo de este estudio es evaluar el desempeño de biomateriales aislantes a base de micelio aplicados en un sistema constructivo tipo SIP. Su eficiencia se compara con la de aislantes convencionales empleados en envolventes edilicias livianas. El análisis se realiza sobre un prototipo de tipología cuadrada, modelado bajo distintas configuraciones tecnológicas en muros, en dos zonas bioambientales extremas de Mendoza (Argentina) durante el periodo estival e invernal. Este trabajo forma parte de una tesis doctoral llevada a cabo en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina cuya finalidad es desarrollar materiales aislantes basados en micelio de hongos y residuos de podas de vid. El propósito final es determinar el espesor del biomaterial necesario para igualar el desempeño energético del EPS y estimar el impacto de su incorporación en los sistemas de construcción liviana utilizados a nivel regional.

2. METODOLOGÍA

Con el objetivo de comparar el rendimiento termo-energético del aislante con base de micelio con respecto al

aislante tradicional de EPS, en primer lugar, se realizó un cálculo teórico de la transmitancia térmica de los distintos paquetes de muro. Posteriormente, se realizó una evaluación energética de un modelo de edificio mediante simulación, para comparar el rendimiento térmico de las tecnologías de muros. Para este propósito, se intercambiaron los materiales aislantes dentro de la tecnología constructiva liviana de los muros, considerando tanto el aislante convencional como el no convencional, analizando sus propiedades térmicas y su impacto en el rendimiento energético.

2.1. Características de los aislantes seleccionados

El EPS es el aislante más utilizado en sistemas livianos. Su presentación comercial incluye diversos espesores y densidades de hasta 30 kg/m³, siendo 50 mm el espesor de uso más frecuente. En este estudio, las propiedades térmicas del EPS se tomaron a partir del valor declarado de conductividad térmica (k) establecido por la norma nacional IRAM 11605 (normativa nacional). Para una densidad de 15 kg/m³, dicha norma indica un valor de k de 0,037 W/mK.

El biomaterial basado en micelio (MBC) utilizado corresponde al desarrollado por [25], con un valor ensayado de conductividad térmica de 0,055 W/mK y una densidad de 190 kg/m³. Su selección se fundamenta en estudios previos que recopilan y comparan propiedades térmicas de diferentes MBC reportados en la revisión de la literatura de [26].

2.2. Área de estudio

El estudio se desarrolla en la provincia de Mendoza (Argentina), un caso relevante debido a su elevada demanda de acondicionamiento térmico, condicionada por la alta heliofanía y las pronunciadas oscilaciones térmicas diarias y estacionales [27]. Mendoza, se ubica en el centro-oeste de Argentina (33° S, 68° O), al pie de la Cordillera de los Andes. Presenta un clima árido, con inviernos fríos y secos y veranos calurosos de baja humedad relativa con precipitaciones anuales promedio de 218 mm [28]. Las amplitudes térmicas superiores a 14 °C en gran parte del territorio refuerzan la importancia del diseño de estrategias pasivas de eficiencia energética en la construcción para reducir la dependencia de sistemas activos de climatización. Según la clasificación bioambiental del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), Mendoza se divide en cinco zonas: IIIa (templado cálido, amplitudes >14 °C), IVa (templado frío de montaña), IVb (templado frío de máxima irradiancia), V (frío) y VI (muy frío) [29]. En particular, el presente estudio se desarrolla en dos ciudades ubicadas en zonas bioambientales extremas de la provincia de Mendoza: Ciudad de Mendoza, ubicada en la zona templada fría de montaña (IVa) y Malargüe ubicada en la Zona muy fría (V) [29] (Figura 1).



Figura 1. Zonas bioambientales de la provincia de Mendoza según IRAM 11603 seleccionadas para el estudio.

2.3. Cálculo de valores de transmitancia térmica (U) de acuerdo a norma IRAM

La norma IRAM 11605 establece valores mínimos y óptimos de aislamiento térmico para garantizar el confort interior para cada zona bioambiental [30] (Tabla 1). La evaluación se realiza según la zona, y en condiciones de invierno y verano; excepto en la zona V, para la cual el cálculo se debe hacer para el escenario más desfavorable, es decir, el invierno. Los valores difieren según se trate de muros o techos; en este estudio se analizan exclusivamente los muros.

Tabla 1. Valores de transmitancia térmica recomendados por zona climática (IRAM 11605)

Período	Zonas	Estación meteorológica	Nivel	Valor U (W/m2.K)	
				Muro	Techo
Verano	Zona IV.a	Ciudad observatorio (TDMAX 26.9 a 30.8°C)	A (recomendado)	0,5	0,19
			B (medio)	1,25	0,48
			C (mínimo)	2	0,76
Invierno	Zona IV.a	Ciudad Observatorio (TDMIN -3.3°C)	A (recomendado)	0,325	0,285
			B (medio)	0,89	0,73
			C (mínimo)	1,55	1
	Zona V	Malargüe (TDMIN -10.9°C)	A (recomendado)	0,25	0,22
			B (medio)	0,67	0,58
			C (mínimo)	1,15	1

Para el cálculo de la transmitancia térmica total se emplearon datos de conductividad y espesor para obtener la resistencia térmica (R). Asimismo, la norma IRAM 11601 establece valores de resistencias superficiales para muros, correspondientes a 0,13 m²K/W para la superficie interior y 0,04 m²K/W para la exterior cuando el flujo de calor es horizontal [31]. Estos parámetros se utilizan como valores estándar y se suman a los valores de R de cada componente del sistema. Finalmente, el valor de U se obtuvo como la inversa de la resistencia térmica total, es decir, $U=1/R_{total}$.

2.4. Análisis mediante simulación de consumo energético

De acuerdo con el objetivo del trabajo, se utilizó como caso de estudio un prototipo de tipología cuadrada con una superficie de 81 m². Posee una superficie vidriada equivalente al 20% del área de la fachada (ventana de 2 m × 2 m), centrada y orientada al Norte, con un vidrio simple de 3 mm. La elección de este espacio se fundamenta en trabajos previos que desarrollan estudios semejantes y emplean este tipo de geometría simplificada con el fin de analizar de manera particular el comportamiento aislante de los materiales [7], [20]. Como sistema constructivo se utilizó la tecnología tipo SIP compuesta por paneles de OSB y una capa intermedia de aislación térmica rígida (Figura 2).

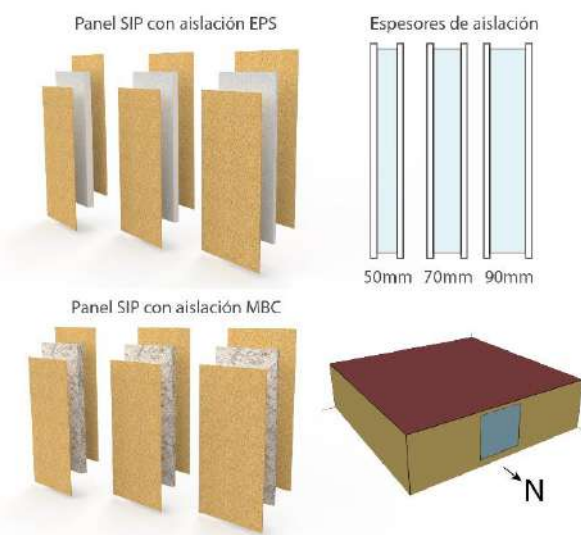


Figura 2. Espesores y tipos de aislantes utilizados en la envolvente del prototipo estudiado.

Las simulaciones se realizaron utilizando *OpenStudio* (version 1.8.0) como interfaz y *EnergyPlus* (versión 24.1) para el cálculo de cargas térmicas y requerimiento energético. *EnergyPlus* es un software de simulación de referencia, financiado por la Oficina de Tecnologías de la Construcción del Departamento de Energía de los Estados Unidos (<https://energyplus.net/>). El desempeño y la fiabilidad de *EnergyPlus* han sido ampliamente validados mediante comparaciones con datos experimentales [20], [27]. El software se compone de tres módulos principales: un gestor de simulación, un módulo de simulación de sistemas del edificio y un módulo de simulación de balance de calor y masa. Este último calcula las cargas térmicas del edificio en función de la geometría y las características de la envolvente definida por el usuario [20].

La simulación se simplificó a una zona térmica. En cuanto a la materialidad, se analizó el rendimiento térmico de un sistema SIP aplicado a muros mediante 12 escenarios que

modificaron el material aislante (EPS y MBC) y sus espesores (50, 70 y 90 mm) en dos zonas bioambientales de la provincia de Mendoza (IVa y V). La geometría del prototipo y la composición de la envolvente utilizadas como parámetros de entrada para las simulaciones se presentan en la Tabla 2. Para la simulación energética y el cálculo de cargas se establecieron las condiciones operativas del prototipo. Para esto se definieron los *schedules* de infiltraciones y termostatos para invierno y verano y los equipos de climatización (HVAC) detallados en Tabla 3. El requerimiento energético se calculó a partir de la carga ideal. Los archivos climáticos se incorporaron en formato EPW obtenidos de <https://climate.onebuilding.org>.

Tabla 2. Composición de la envolvente del prototipo.

Capa	Rugosidad	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/kg°C)	Resistencia térmica (m ² K/W)
TECHO						
Membrana asfáltica	Rugoso	0,005	0,17	-	-	0,04
Carpeta alivianada	Rugoso	0,1	0,15	500	800	0,67
Cieloraso madera	Rugoso	0,025	0,11	756	1700	0,07
Aislante: EPS	Rugoso	0,05	0,037	15	-	1,35
MUROS EXTERIORES						
Revoque exterior	Suave	0,025	0,93	1900	1000	0,03
OSB	Rugoso	0,011	0,93	756	1700	0,01
Aislante						a-1) 1,37 a-2) 1,89 a-3) 2,43 b-1) 0,91 b-2) 1,27 b-3) 1,63
a) EPS	a) Rugoso	1) 0,05	a) 0,037	a) 15		
b) MBC	b) Muy rugoso	2) 0,07 3) 0,09	b) 0,55	b) 190		
SUELO						
Hormigón de contrapiso	Rugoso	0,12	1,63	2400	800	0,07

*No se consideran las ganancias internas como una variable de estudio debido a que el objetivo del trabajo es determinar el impacto de la envolvente y no sobre su uso.

*El calor específico es un valor requerido solo para los materiales máscicos

Tabla 3. Condiciones operativas del prototipo.

HVAC	
Termostato de calefacción	20°C
Termostato de refrigeración	24°C
Tasa de ventilación	
Default	0,2 m ³ /s
Priority: periodo estival horario nocturno	1 m ³ /s
Renovaciones de aire por hora	1,5
Temperatura de suelo	
Mendoza	16°C invierno 18°C verano
Malargüe	14°C invierno 16°C verano
Capacidad total de calefacción	Dimensionada automáticamente para el día de diseño
Capacidad total de refrigeración	Dimensionada automáticamente para el día de diseño
Periodo de simulación	Un año

*No se consideran los requerimientos por iluminación, ocupación de usuarios ni equipamiento interno, dado que el objetivo del trabajo es evaluar el impacto de la envolvente y no el del uso.

3. RESULTADOS

A partir de los valores de conductividad térmica y espesores de cada componente, se calcularon las resistencias térmicas individuales (capa de material) y la resistencia térmica total (paquete tecnológico de muro) para cada una de las configuraciones de muro analizadas (Figura 3). Considerando el mismo espesor de aislante para todas las tecnologías, el EPS destaca mejorando la R en un 24% frente al MBC. A pesar de esto, el EPS de 50 mm no es eficiente para alcanzar el nivel A en el invierno en ninguna de las zonas analizadas. Si bien este espesor alcanza el nivel medio sugerido en todas las zonas y periodos, sólo alcanza nivel A en verano en la zona IV. En cuanto al MBC, presenta menor rendimiento en invierno en la zona V, ya que sólo alcanza el valor mínimo de U requerido. Asimismo, todas las soluciones analizadas con 50 mm de aislante cumplen el nivel mínimo recomendado por la IRAM 11605 para las distintas zonas bioambientales tanto en invierno como en verano.

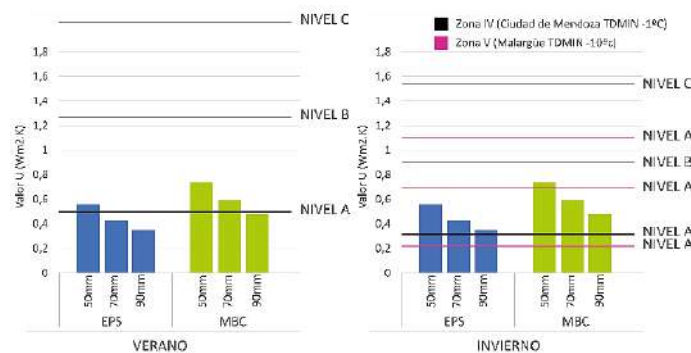


Figura 3. Transmitancia térmica de los casos analizados (EPS y MBC) para espesores de 50 mm, 70 mm y 90 mm. Niveles de transmitancia térmica recomendados para las zonas IVa y V por la IRAM 11605.

Para igualar el rendimiento térmico del EPS de 50 mm y alcanzar valores de U semejantes el MBC debe incrementar el espesor a 75 mm. De este modo, los dos materiales alcanzan los niveles medios recomendados (nivel B) en todas las zonas y periodos, así como el nivel A para el verano en la zona IVa.

3.2. Análisis del desempeño térmico de los materiales evaluados

A continuación, se presentan los resultados de la simulación de temperaturas de aire interiores (Ti) para los materiales aislantes EPS y MBC, considerando distintos espesores (50, 70 y 90 mm) en las dos zonas geográficas seleccionadas en escenarios de invierno (julio) y verano (enero). En las figuras 4 y 5 se observan las curvas de temperaturas interiores simuladas para EPS y MBC en

diferentes espesores de acuerdo a zona bioambiental para el periodo invernal y estival, respectivamente.

3.2.1. Desempeño según periodo estacional (invierno - verano)

- Escenarios en invierno:

En la Ciudad de Mendoza, durante las horas críticas - temperaturas mínimas- la temperatura interior del prototipo sin aislamiento es de 10,5 °C. En el escenario con EPS las Ti oscilaron entre 12,9 °C (50 mm) y 13,2 °C (90 mm). Esto representa una mejora promedio de 2,6 °C respecto a la condición sin aislamiento. La diferencia de desempeño térmico entre los distintos espesores de EPS es de 0,3 °C. En los escenarios con MBC las Ti registradas son de entre 12,6 °C (50 mm) y 13 °C (90 mm). La mejora observada es de 2,2 °C a 2,6 °C frente al escenario sin aislación. La variación de desempeño entre los espesores de MBC fue inferior a 0,5 °C.

En Malargüe para la condición de invierno se observa que la Ti sin aislamiento es de 7,7 °C. El escenario con EPS muestra una Ti entre 10,4 °C (50 mm) y 10,9 °C (90 mm). El incremento de temperatura es de aproximadamente 3 °C respecto al escenario sin aislamiento. La diferencia de desempeño entre los espesores de EPS alcanzó los 0,5 °C. El escenario con MBC registra Ti entre 10,1 °C (50 mm) y 10,6 °C (90 mm). Se observa una mejora de 2,4 °C a 2,9 °C frente a la condición sin aislamiento. La diferencia de desempeño entre los espesores de MBC es de 0,5 °C.

- Escenarios en verano:

En Ciudad de Mendoza, la temperatura interior sin aislamiento se situó en 26,1 °C. En la condición con EPS las Ti simuladas variaron de 22,3 °C (50 mm) a 21,8 °C (90 mm). Esto implica una mejora (reducción de Ti) de 3,8 °C a 4,3 °C respecto al caso sin aislamiento. La diferencia de desempeño entre los distintos espesores de EPS fue de 0,5 °C. En el escenario con MBC las Ti obtenidas se ubican entre 22,8 °C (50 mm) y 22,1 °C (90 mm). La mejora observada fue de 3,3 °C a 4 °C frente al escenario sin aislación. La variación de desempeño entre los espesores de MBC fue inferior a 0,7 °C.

En el caso de Malargüe, no fue analizada según lo establecido por la Norma IRAM 11605. Esto se debe a que la ciudad, clasificada como Zona V, presenta un clima frío con temperaturas moderadas y frescas. Además, las horas críticas de calor son mínimas, lo que permite mantener condiciones de confort sin requerir un acondicionamiento mecánico de refrigeración intensivo.

Invierno

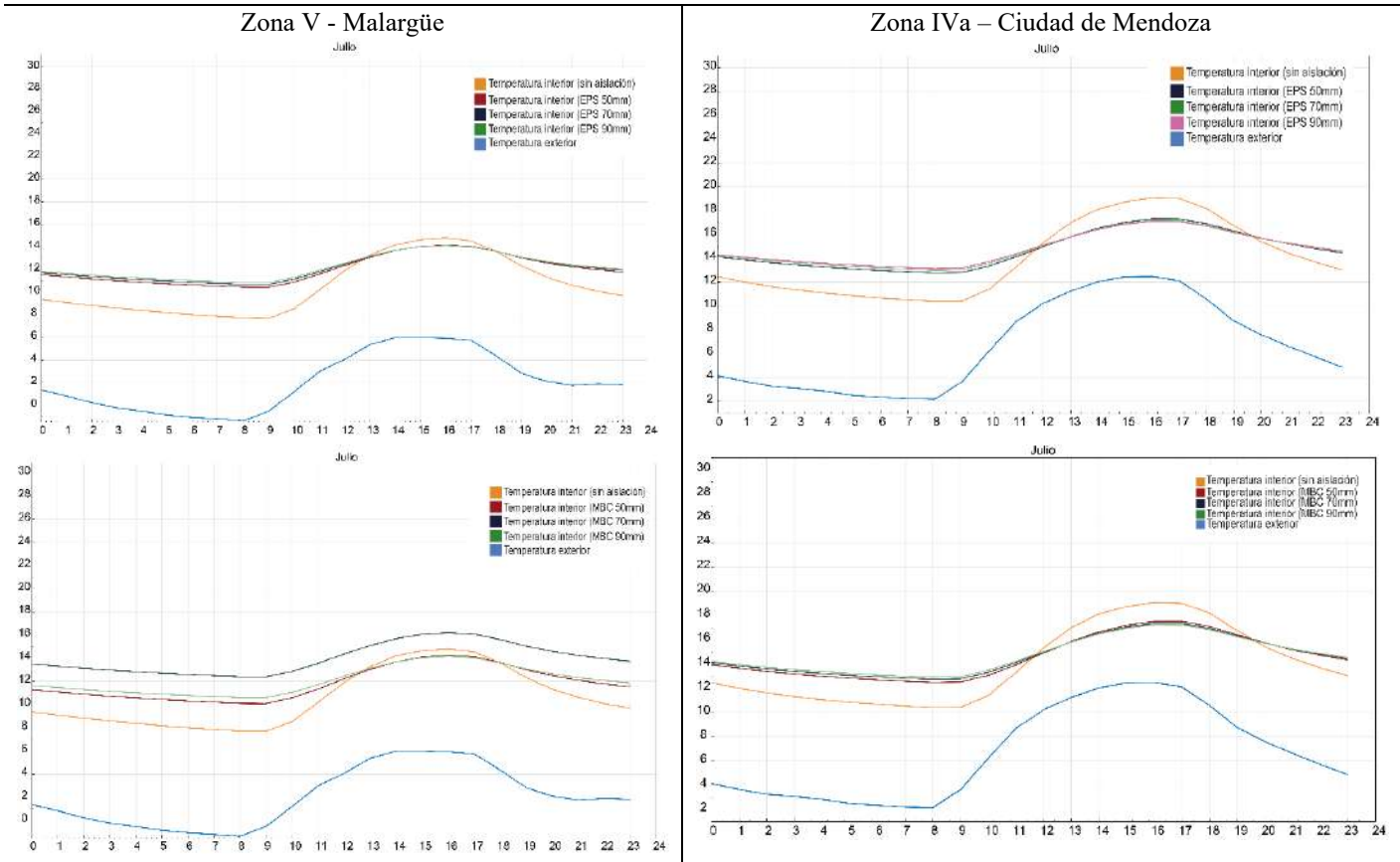


Figura 5. Curvas de temperaturas interiores en invierno para escenarios con EPS y MBC, según espesor (50, 70 y 90 mm) y zona bioambiental IVa y V.

Verano - Zona IVa – Ciudad de Mendoza

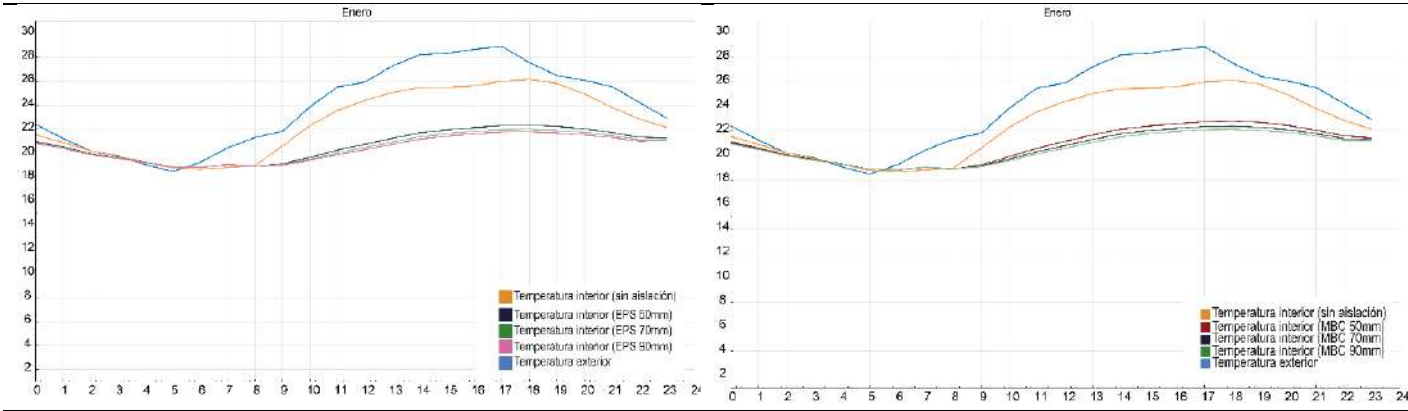


Figura 6. Curvas de temperaturas interiores en verano para escenarios con EPS y MBC, según espesor (50, 70 y 90 mm) en zona IV.

3.2.2. Desempeño según espesor de aislante (50, 70, 90 mm)

El comportamiento térmico de los escenarios evidencia una tendencia similar según el espesor del aislante consiguiendo

mantener la temperatura interior y disminuir la amplitud térmica sin una marcada diferencia en la eficiencia. El rendimiento térmico obtenido con los diferentes espesores con

el material MBC es muy similar en todos los periodos en las zonas IV y V, tanto en invierno (diferencias de T_i de hasta $0,5^{\circ}\text{C}$) como en verano (diferencias de T_i de hasta $0,7^{\circ}\text{C}$). Del mismo modo el EPS muestra un comportamiento similar al variar el espesor, sin presentar diferencias amplias de temperatura interior (diferencias de T_i de hasta $0,5^{\circ}\text{C}$) utilizando estos tres espesores para la zona IV. Por otro lado, la zona V se destaca el desempeño a partir de los 90 mm para el EPS.

3.3. Análisis del requerimiento energético anual de los materiales evaluados

3.3.1. Requerimiento según periodo estacional (verano - invierno)

El requerimiento energético anual para calefacción y refrigeración se comparó para el prototipo con el aislante MBC frente al aislante EPS en las dos zonas bioambientales. En la Tabla 4 se muestran los resultados del consumo de energía total anual para la refrigeración y calefacción basados en los análisis de *EnergyPlus*. Es importante tener presente que estos resultados corresponden al módulo simplificado considerado en este trabajo y por lo tanto son de orden comparativo entre las dos tecnologías analizadas únicamente, ya que no representan un caso real de vivienda o edificio. Asimismo, es pertinente aclarar que los resultados se basan en la estación meteorológica de la Ciudad de Mendoza, ubicada en las afueras de la ciudad; por lo tanto, estos registros tienden a subestimar el impacto del clima urbano, ya que no están influenciadas por el efecto de isla de calor.

- Escenarios en verano: el consumo de energía para enfriamiento fue necesario en todos los casos sin aislación y para el caso de Ciudad de Mendoza con aislación de MBC 50 mm.

- Escenarios en invierno: el consumo de energía para calefacción fue requerido en todos los casos. En este sentido el MBC de 70 mm sigue comportándose con eficiencia similar al EPS de 50 mm (requiere de $1,55\text{ Kwh/m}^2$ más al año en zona V y de $0,93\text{ Kwh/m}^2$ para zona IV), aunque tampoco se observan grandes diferencias en el rendimiento al variar entre los tres espesores estudiados.

Tabla 4. Requerimientos para refrigeración y calefacción (KWh/m^2 año) con termostatos a 20°C (invierno) y 24°C (verano).

		Sin aislar	EPS 50mm	EPS 70mm	EPS 90mm	MBC 50mm	MBC 70mm	MBC 90mm
Malargüe (zona V)	Enfriamiento	0,41	0	0	0	0	0	0
	Calefacción	261,8	197,3	192,9	190,17		198,8	194,7
Ciudad de Mendoza (zona IV)	Enfriamiento	3,22	0	0	0	0,34	0	0
	Calefacción	135,2	102,5	100,5	99,3	105,6	102,9	101,3

3.2.2. Requerimiento según tipo y espesor de aislante (50, 70, 90 mm)

En la Ciudad de Mendoza, los requerimientos de energía anual del escenario con EPS oscilan entre $104,53\text{ KWh/m}^2$ (50 mm) y $101,26\text{ KWh/m}^2$ (90 mm) (Figura 7). La diferencia entre espesores es de $3,27\text{ KWh/m}^2$. En los escenarios con MBC los requerimientos registrados son de entre $108,03\text{ KWh/m}^2$ (50 mm) y $103,3\text{ KWh/m}^2$ (90 mm). La variación de desempeño entre los espesores de MBC es de 5 KWh/m^2 . Respecto al escenario sin aislamiento se observa una disminución de la demanda energética máxima de 28% en el escenario con EPS de 90 mm y de 27% en el escenario con MBC con 90 mm, lo que representa tan sólo el 1% de variación entre las dos tecnologías analizadas.

En Malargüe, los escenarios con EPS tienen un requerimiento energético anual de $201,42\text{ KWh/m}^2$ en 50 mm de espesor y de $194,23\text{ KWh/m}^2$ en 90 mm. Con una diferencia de $7,19\text{ KWh/m}^2$ entre espesores. En los escenarios con MBC, el requerimiento energético con la utilización del muro de espesor 50 mm es de $207,8\text{ KWh/m}^2$ y de $198,82\text{ KWh/m}^2$ en 90 mm. Respecto al escenario sin aislamiento se observa una disminución de la demanda energética máxima de 27% en el escenario con EPS de 90 mm y de 26% en el escenario con MBC con 90 mm, siendo del 1% también en este escenario la diferencia entre las tecnologías analizadas. Estos resultados evidencian que el aislante MBC presenta un rendimiento energético competitivo frente al aislante EPS.

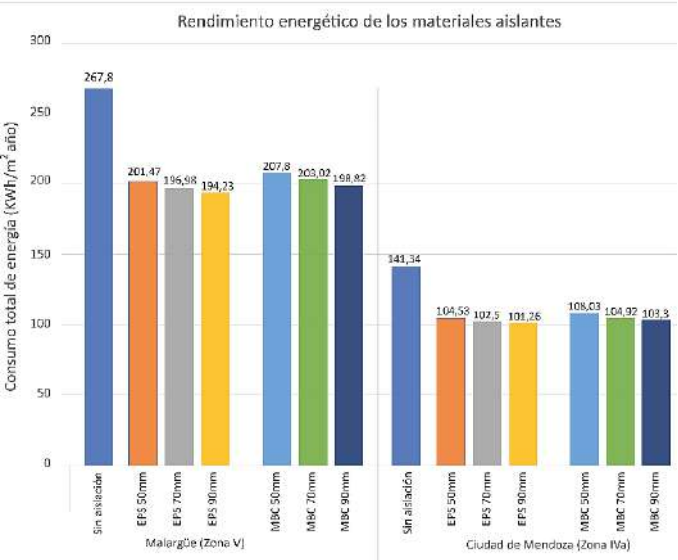


Figura 7. Comparación del rendimiento energético anual (KWh/m^2) de los muros con diferentes materiales de aislación para la Ciudad de Mendoza y de Malargüe.

4. DISCUSIÓN

-Respecto a las normativas actuales:

Para la Ciudad de Mendoza la norma IRAM recomienda 90 mm de espesor de EPS. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio indican que el incremento de espesor entre 50 y 90 mm no genera mejoras térmicas significativas ya que las diferencias de temperatura interior no superan los 0,5 °C y la reducción adicional en la demanda energética anual es marginal (alrededor de 3 KWh/m² entre ambos espesores en el caso del EPS).

En línea con lo señalado por [32], los espesores necesarios para alcanzar el nivel A propuesto (especialmente en la zona V) resultan poco viables desde el punto de vista técnico y económico. Para que el EPS alcance ese nivel ($U \leq 0,25$ W/m²K) se requerirían aproximadamente 140 mm de aislante. Del mismo modo, la aplicación del MBC como material aislante también se ve condicionada por estos requerimientos normativos: el espesor necesario para alcanzar el Nivel A rondaría los 200 mm; aun cuando los resultados experimentales demuestran que el MBC obtiene un desempeño térmico adecuado con espesores mucho menores.

Estos resultados, junto con la evidencia del comportamiento térmico prácticamente equivalente entre espesores, refuerzan la necesidad de reconsiderar los valores normativos, promoviendo un enfoque que equilibre desempeño térmico, viabilidad técnica y costos de implementación. Asimismo, espesores excesivos no solo elevan costos, sino que dificultan la puesta en obra en sistemas industrializados livianos. Los resultados también evidencian que, en climas fríos y muy fríos, la elección del material y el espesor debe responder a un balance entre eficiencia térmica y factibilidad técnica-económica, ya que incrementos sustanciales en el espesor del aislante no necesariamente se traducen en mejoras significativas en el desempeño.

-Respecto al desempeño del MBC:

Las tecnologías SIP podrían admitir el reemplazo del EPS por el MBC sin modificaciones de diseño. En este estudio se pudo determinar que para que el MBC analizado alcance un desempeño energético similar al de EPS de 50 mm, es suficiente con aumentar 25 mm el espesor, alcanzando un espesor de 75 mm, que es admisible para el tipo de tecnología de construcción liviana analizada en este trabajo. Sin embargo, es necesario considerar que el MBC es un material con una densidad significativamente más elevada que el EPS, por lo que esto tendrá un impacto sobre el peso que debe soportar el sistema de construcción de la aislación. Por ejemplo, en el caso de análisis el peso de una placa de EPS de 1 m x 1 m x 0,05 m es de 0,75 kg, mientras que una placa de MBC de iguales dimensiones tiene un peso de 14,25 kg. En este sentido resulta

necesario avanzar en el diseño de las placas de MBC con el objetivo de reducir su peso, siendo una posible alternativa la inclusión de cámaras de aire, que presentan baja conductividad (entre 0,024 – 0,026 W/(m·K)) y densidad (1,2 kg/m³ a 20 °C). Teniendo en cuenta el adecuado dimensionamiento de las mismas para evitar convección del aire.

5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos respecto al rendimiento termo-energético del MBC frente a materiales convencionales, se demostró que el MBC mantiene un comportamiento térmico y energético similar al del EPS, aun con espesores moderados. Las diferencias de temperatura interior entre espesores fueron inferiores a 0,7 °C en verano y 0,5 °C en invierno, mientras que la reducción de la demanda energética anual para espesores de 90 mm alcanzó valores equivalentes en ambos materiales (27–28%). Estos resultados evidencian que el MBC puede constituir una alternativa viable y competitiva dentro de los sistemas de construcción liviana.

Finalmente, podemos concluir que los materiales aislantes no convencionales, específicamente el MBC considerado en este trabajo, presentan un desempeño competitivo respecto a los materiales aislantes tradicionales disponibles en el mercado en términos de desempeño térmico de espacios interiores ubicados en climas templados fríos y fríos. Sin embargo, aún restan desafíos vinculados al desarrollo de estas tecnologías considerando aspectos físicos (como la reducción de su peso), durabilidad y producción a escala industrial.

REFERENCIAS

- [1] S. Al-Qahtani, M. Koç, y R. J. Isaifan, "Mycelium-Based Thermal Insulation for Domestic Cooling Footprint Reduction: A Review", 2023, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi: 10.3390/su151713217.
- [2] M. Babenko, T. Klitou, E. Klumbyte, y P. A. Fokaides, "Environmental assessment of mycelium based straw insulation composite: A sustainability analysis at building material level", *Case Studies in Construction Materials*, vol. 22, jul. 2025, doi: 10.1016/j.cscm.2025.e04572.
- [3] International Energy Agency, "Buildings – Energy system" IEA, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iea.org/energy-system/buildings>. Accedido [1-dic-2025]
- [4] N. Alchapar, J. Balter, M. V. Mercado y E. Correa, "Microclimatic models and their implications on the energy requirements of buildings in warm dry urban areas," *Energy and Buildings*, vol. 319, p. 114468, 2024. doi: 10.1016/j.enbuild.2024.114468.
- [5] S. Sivaprasad, S. K. Byju, C. Prajith, J. Shaju, y C. R. Rejeesh, "Development of a novel mycelium bio-composite material to substitute for polystyrene in packaging applications", *Mater Today Proc*, vol. 47, pp. 5038-5044, ene. 2021, doi: 10.1016/J.MATPR.2021.04.622.

- [6] S. Islam y G. Bhat, "Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles", 1 de diciembre de 2019, Academic Press. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109536.
- [7] M. Victoria Mercado, G. Barea, y R. Leal, "Thermal insulation's influence in the energy consumption of housing in the summer", International Building Performance Simulation Association, 2019.
- [8] Mordor Intelligence, "Análisis del tamaño y la cuota de mercado del acero galvanizado: tendencias de crecimiento y pronóstico (2025–2030)", Mordor Intelligence, [En línea]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/galvanized-steel-market>. [Accedido: 7-dic-2025].
- [9] T. P. Sah, A. W. Lacey, H. Hao, y W. Chen, "Prefabricated concrete sandwich and other lightweight wall panels for sustainable building construction: State-of-the-art review", 15 de julio de 2024, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.jobte.2024.109391.
- [10] G. Grazieschi, F. Asdrubali, y G. Thomas, "Embodied energy and carbon of building insulating materials: A critical review", Cleaner Environmental Systems, vol. 2, jun. 2021, doi: 10.1016/j.cesys.2021.100032.
- [11] M. A. Terraza, A. Villalba, y N. Alchapar, "Comparative analysis of conventional and unconventional thermal insulation materials for building construction", Estoa, vol. 14, n.o 28, pp. 38-51, jul. 2025, doi: 10.18537/est.v014.n028.a03.
- [12] A. M. Villalba, N. L. Alchapar, E. N. Correa, A. E. Pattini, y L. Santoni, "Métodos de evaluación opto-térmica de materiales y componentes de la envolvente edilicia. Situación en Argentina", Revista Hábitat Sustentable, pp. 64-79, dic. 2018, doi: 10.22320/07190700.2018.08.02.05.
- [13] R. Gaggino y G. R. Arguello, "Building components made from recycled plastics", en Key Engineering Materials, Trans Tech Publications Ltd, 2014, pp. 615-627. doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.600.615.
- [14] N. Attias et al., "Mycelium bio-composites in industrial design and architecture: Comparative review and experimental analysis", J Clean Prod, vol. 246, feb. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119037.
- [15] K. B. Bonga et al., "Mycelium Agrowaste-Bound Biocomposites as Thermal and Acoustic Insulation Materials in Building Construction", Macromol Mater Eng, vol. 309, n.o 6, jun. 2024, doi: 10.1002/mame.202300449.
- [16] P. P. Dias, L. B. Jayasinghe, y D. Waldmann, "Investigation of Mycelium-Miscanthus composites as building insulation material", Results in Materials, vol. 10, jun. 2021, doi: 10.1016/j.rinma.2021.100189.
- [17] E. Elsacker, S. Vandelook, J. Brancart, E. Peeters, y L. De Laet, "Mechanical, physical and chemical characterisation of mycelium-based composites with different types of lignocellulosic substrates", PLoS One, vol. 14, n.o 7, jun. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0213954.
- [18] M. Jones, A. Mautner, S. Luenco, A. Bismarck, y S. John, "Engineered mycelium composite construction materials from fungal biorefineries: A critical review", 1 de febrero de 2020, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.matdes.2019.108397.
- [19] H. Mbabali, M. Lubwama, V. A. Yiga, E. Were, y H. Kasedde, "Development of Rice Husk and Sawdust Mycelium-Based Bio-composites: Optimization of Mechanical, Physical and Thermal Properties", Journal of The Institution of Engineers (India): Series D, vol. 105, n.o 1, pp. 97-117, abr. 2024, doi: 10.1007/s40033-023-00458-x.
- [20] X. Zhang, J. Hu, X. Fan, y X. Yu, "Naturally grown mycelium-composite as sustainable building insulation materials", J Clean Prod, vol. 342, mar. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.130784.
- [21] B. Abu-Jdayil, A. H. Mourad, W. Hittini, M. Hassan, y S. Hameedi, "Traditional, state-of-the-art and renewable thermal building insulation materials: An overview", 30 de julio de 2019, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.04.102.
- [22] L. Aditya, T.M.I. Mahlia, B. Rismanchi, H.M. Ng, M.H. Hasan, H.S.C. Metselaar, Oki Muraza, H.B. Aditiya, "A review on insulation materials for energy conservation in buildings", 2017, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.rser.2017.02.034.
- [23] F. Asdrubali, F. D'Alessandro, y S. Schiavoni, "A review of unconventional sustainable building insulation materials", Sustainable Materials and Technologies, vol. 4, pp. 1-17, jul. 2015, doi: 10.1016/j.susmat.2015.05.002.
- [24] C. H. Koh, F. Gauvin, K. Schollbach, y H. J. H. Brouwers, "Investigation of material characteristics and hygrothermal performances of different bio-based insulation composites", Constr Build Mater, vol. 346, sep. 2022, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128440.
- [25] Z. Yang, F. Zhang, B. Still, M. White, y P. Amstislavski, "Physical and Mechanical Properties of Fungal Mycelium-Based Biofoam", Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 29, n.o 7, jul. 2017, doi: 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0001866.
- [26] M. Terraza, N. Alchapar, A. Villalba, y P. Postemsky, "Materiales aislantes térmicos no convencionales: un análisis del micelio como alternativa sostenible en la construcción", en ACTA DE LA XLVI REUNIÓN DE TRABAJO, vol. 11, Rosario: Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, 2024, pp. 43-53.
- [27] J. Balter, N. Alchapar, E. Correa, y C. Ganem, "Urban microclimatic modeling for apartment's thermo-energy simulation in high-rise buildings in Mendoza-Argentina. ENVI-met and EnergyPlus software integration.", Informes de la Construcción, vol. 73, n.o 561, pp. 1-11, 2021, doi: 10.3989/IC.76749.
- [28] Servicio Meteorológico Nacional, Estadísticas climáticas, SMN, [En línea]. Disponible en: <https://www.smn.gob.ar/estadisticas> [Accedido: 5-dic-2025]
- [29] Instituto Argentino de Normalización (IRAM), "IRAM 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina", 2011.
- [30] Instituto Argentino de Normalización (IRAM), "IRAM 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios", 1996.
- [31] Instituto Argentino de Normalización (IRAM), "IRAM 11601. Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo", 2002.
- [32] M. V. Mercado y A. Esteves, "arquitectura sustentable, estudio térmico y técnico económico de la incorporación de aislación térmica", 2005. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344115376_ARQUITECTURA_SUSTENTABLE_ESTUDIO_TERMICO_Y_TECNICO_ECONOMICO_DE_LA_INCORPORACION_DE_AISLACION_TERMICA.

Fecha de recepción: 08 de diciembre de 2025

Fecha de aceptación: 08 de enero de 2026

ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PEATONAL EN ENTORNOS ESCOLARES DE PANAMÁ

Jorge Quijada-Alarcón^{1,2a}, Stefanie Lan-Li^{1b}, Antonio Tribaldos-Villarreal^{1c}, Guillermo Iribarren-Iglesias^{1d}

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Grupo de Investigación del Transporte y Territorio, Ciudad de Panamá, Rep. De Panamá.

Sistema Nacional de Investigación (SNI), Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Ciudad de Panamá, Rep. De Panamá

^{1,2a}jorge.quijada@utp.ac.pa; ^{1b}stefanie.lan@utp.ac.pa; ^{1c}antonio.tribaldos@utp.ac.pa; ^{1d}guillermo.iribarren@utp.ac.pa

^{1,2a}0000-0001-8938-0190; ^{1b}0009-0001-6099-7979; ^{1c}0009-0009-3561-8162; ^{1d}0009-0009-5439-7916

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7426.9375>

RESUMEN: El propósito de esta investigación es analizar la distribución de las escuelas primarias en Panamá según su localización en áreas urbanas y rurales, así como identificar el porcentaje de centros educativos que cuentan o no con infraestructura peatonal adecuada, específicamente aceras, señalización y reductor de velocidad en su entorno inmediato. A través de este análisis se busca evidenciar el estado actual de la seguridad vial que enfrentan los estudiantes en su trayecto hacia y desde la escuela. El estudio se desarrolla mediante la aplicación de la metodología *Star Rating for Schools*, la cual permite evaluar de forma estandarizada los niveles de riesgo vial en zonas escolares, considerando factores relacionados con la infraestructura, el tránsito y la seguridad de los peatones. Los resultados obtenidos permitirán visibilizar brechas existentes entre contextos urbanos y rurales, y servirán como insumo técnico para la formulación de estrategias orientadas a mejorar las condiciones de seguridad vial en las escuelas primarias del país.

PALABRAS CLAVES: aceras, entornos escolares, infraestructura vial, seguridad vial, imágenes a nivel de calle.

ABSTRACT: The purpose of this research is to analyze the distribution of primary schools in Panama according to their location in urban and rural areas, as well as to identify the proportion of educational centers that do or do not have adequate pedestrian infrastructure, specifically sidewalks in their immediate surroundings. Through this analysis, the study aims to highlight the current state of road safety faced by students on their journeys to and from school. The research is conducted through the application of the *Star Rating for Schools* methodology, which allows for a standardized assessment of road risk levels in school zones by considering factors related to infrastructure, traffic conditions, and pedestrian safety. The results will make it possible to identify existing gaps between urban and rural contexts and will serve as a technical input for the development of strategies aimed at improving road safety conditions in primary schools across the country.

KEYWORDS: sidewalks, School environments, road infrastructure, road safety, street-level imagery.

1. INTRODUCCIÓN

Star Rating for Schools es una metodología desarrollada por el *International Road Assessment Programme* (iRAP) que permite evaluar de manera sistemática y estandarizada el nivel de seguridad vial en entornos escolares [1]. Esta herramienta analiza las características de la infraestructura vial y peatonal, el volumen y velocidad del tránsito, así como la interacción entre vehículos y usuarios vulnerables, especialmente peatones. A partir de estos factores, el sistema asigna una calificación de una a cinco estrellas, donde una estrella representa un alto nivel de riesgo y cinco estrellas indican

condiciones seguras. La metodología facilita la identificación de puntos críticos y orienta la implementación de intervenciones que reduzcan el riesgo de siniestros viales en zonas escolares [2].

En este sentido, las escuelas urbanas y rurales se diferencian principalmente por su contexto territorial, nivel de infraestructura y condiciones de accesibilidad [3]. Las escuelas urbanas se localizan en zonas con mayor densidad poblacional, alta interacción vehicular y una red vial más desarrollada, lo que genera mayores conflictos entre peatones y vehículos, especialmente durante los horarios de entrada y salida

escolar [4]. En estos entornos, la seguridad vial depende en gran medida de la señalización, el control del tránsito y la calidad de la infraestructura peatonal. En contraste, las escuelas rurales suelen ubicarse en áreas de menor densidad poblacional, con menor volumen de tráfico, pero frecuentemente presentan carencias significativas en infraestructura vial, iluminación y señalización, lo que incrementa la vulnerabilidad de los estudiantes [5]. Estas diferencias evidencian que tanto en contextos urbanos como rurales existen riesgos específicos que deben abordarse mediante estrategias diferenciadas de planificación y gestión de la seguridad vial en entornos escolares para reducir las siniestralidades [6].

La seguridad vial en los entornos escolares constituye un desafío prioritario para las ciudades contemporáneas, especialmente en contextos urbanos donde la interacción entre peatones vulnerables y el tránsito motorizado es constante [7]. En numerosos países de América Latina, los niños enfrentan diariamente trayectos escolares marcados por condiciones de riesgo, derivadas de deficiencias estructurales como la ausencia de aceras continuas, señalización inadecuada, pasos peatonales poco visibles y escasos dispositivos de control de velocidad [8]. Estas carencias en la infraestructura vial no solo incrementan la probabilidad de siniestros de tránsito, sino que también afectan la percepción de seguridad de las familias y condicionan las decisiones de movilidad, favoreciendo el uso del transporte motorizado y la congestión urbana. Diversos estudios han demostrado que una infraestructura vial segura y diseñada con enfoque en el usuario más vulnerable es un componente fundamental para reducir la siniestralidad infantil para la incorporación de una educación vial, garantizando el derecho a una movilidad segura y promover entornos escolares más inclusivos, equitativos y sostenibles [9].

Panamá cuenta con una red vial que incluye autopistas, carreteras principales, secundarias y terciarias. Las carreteras principales son las que conectan las ciudades y son vitales para el tránsito de alta velocidad y mayor volumen de vehículos. Las carreteras secundarias y terciarias, por otro lado, son aquellas que alimentan y conectan las principales arterias del país, facilitando el acceso a áreas rurales y menos urbanizadas. La severidad de los siniestros viales está influida por múltiples factores. Los accidentes de tránsito pueden originarse por aspectos como el diseño geométrico de la carretera, la visibilidad disponible, el nivel de mantenimiento, la señalización, la presencia de obstáculos fijos en la franja lateral y variables relacionadas con el conductor, como su condición y experiencia; esto hace que al no contar con la señalización y aceras adecuadas haga aún más vulnerable y ponga más en riesgo los estudiantes en su traslado diario a sus escuelas. [10].

La examinación de elementos de accesibilidad, el mantenimiento, señalización adecuada y la presencia de mobiliario urbano evidencia la necesidad del fortalecimiento a la infraestructura existente y la oportunidad de intervenciones que permite el tránsito peatonal más seguro y eficiente en Panamá [11].

2. METODOLOGÍA

El estudio se orientó a la evaluación de entornos escolares ubicados en áreas urbanas y rurales del territorio nacional de Panamá, con el objetivo de analizar la seguridad vial para los estudiantes en su condición de peatones. La evaluación se centró en escuelas cuyos entornos pudieron ser observados mediante vistas de calles, utilizando herramientas de observación remota como Google Maps y Google Street View. Esta información se complementó con la aplicación del programa de evaluación Star Rating for Schools (SR4S).

La metodología SR4S se desarrolla en base a los lineamientos establecidos en la guía de codificación de la aplicación. En primer lugar, se define el área de estudio y delimita el entorno escolar del centro educativo elegido. Posteriormente se hace levantamiento de información, que en este caso se obtiene a través de imágenes a nivel de calle para la identificación y formulación de los atributos a evaluar. En el cual, se recopilan datos relacionado al entorno vial y las características de la infraestructura, incluyendo tipo de vía, el flujo vehicular, la velocidad operativa, intersecciones, curvas, presencia y condición de aceras, cruces peatonales, señalización y otros elementos que contribuye a la seguridad vial. Una vez recopilados todos estos atributos son codificados en su plataforma oficial de aplicación conforme con la lista de verificación establecidas, lo que permite la calificación por estrellas según su formulación interna. Finalmente, se analizan distintos escenarios mediante “SR4S System Demonstrator” para la evaluación que genera el entorno de escuela y proveer mejoras que pueden ser simuladas dentro del simulador SR4S, de tal manera estimar el impacto potencial de mejoras en la infraestructura vial y medidas de gestión de velocidad sobre el nivel de seguridad para los estudiantes [1].

Para cada escuela seleccionada, se realizó la identificación del tramo vial principal y de las intersecciones cercanas que influyeron directamente en la movilidad peatonal de los estudiantes. A partir de las imágenes disponibles, se evaluaron elementos clave como aceras, pasos peatonales, señalización vertical y horizontal, canalizaciones, reductores de velocidad y el estado general de las facilidades peatonales. Este análisis permitió determinar el nivel de seguridad que el entorno vial ofrecía a los estudiantes en sus desplazamientos diarios hacia los centros educativos.

La información recopilada se utilizó para caracterizar el nivel de protección ofrecido a los estudiantes e identificar deficiencias estructurales en el diseño vial de los entornos escolares. La metodología se alineó con enfoques de evaluación del riesgo vial, lo que permitió la comparación entre distintos tipos de entornos urbanos y rurales en las provincias y comarcas de Panamá, y facilitó la priorización de intervenciones orientadas a mejorar la seguridad peatonal en zonas escolares.

3. RESULTADOS

Para la República de Panamá se analizaron 1133 escuelas mediante el uso de *Google Street View* como una muestra representativa de las condiciones de las infraestructuras existentes en cada una de las provincias y comarcas del territorio panameño. La distribución de estas escuelas presentada en la “Figura 1” permite caracterizar las condiciones de la infraestructura orientada para la movilidad segura del estudiante en sus entornos escolares. De las cuales 646 escuelas se ubican en áreas urbanas y el resto de las escuelas que son 487 escuelas son del área rural. Hay que tomar en cuenta que hay mayor cantidad de escuelas urbanas en provincias como Panamá y Panamá Oeste, a diferencias de otras provincias como Bocas del Toro, Chiriquí, Coclé, Colón, Darién, Herrera, Los Santos, Veraguas y las comarcas en el país.

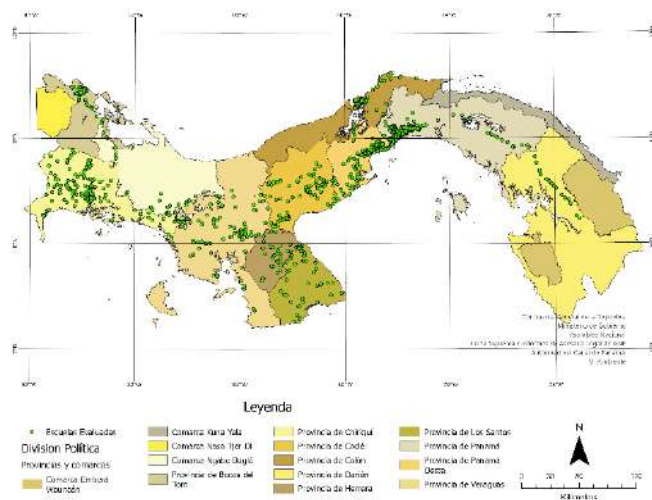


Figura 1. Mapa de escuelas analizadas con imágenes panorámicas a nivel de calles en la República de Panamá.

La “Figura 2” muestra los resultados de las escuelas evaluadas con respecto a las aceras existentes a lo largo de los tramos que conforma el espacio escolar de cada una de las provincias y comarcas en la República de Panamá.

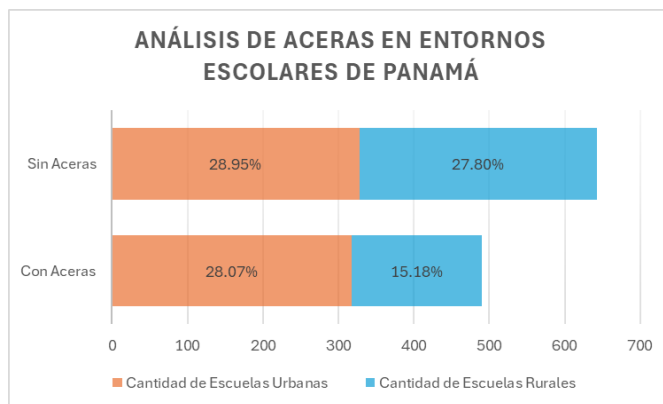


Figura 2. Análisis de aceras en entornos escolares en Panamá.

Los resultados del análisis muestran que 490 escuelas, lo que se representa en un 43.25% que cuentan con aceras en su entorno. A diferencia, 643 escuelas equivalente a 56.75% del total de escuelas analizados en la muestra, presenta deficiencias respecto a las aceras o carecen completamente aceras para la movilización de los estudiantes.

La “Figura 3” presenta los resultados correspondientes a las escuelas evaluadas en relación con la presencia de señalización vial en su entorno inmediato.

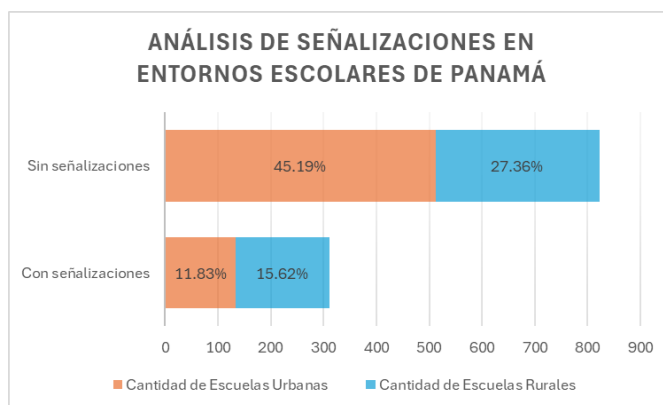


Figura 3. Análisis de señalizaciones en entornos escolares en Panamá.

A diferencia de las aceras, la señalización vial constituye un elemento importante para los conductores y peatones, ya que orienta el comportamiento del tránsito cerca de escuelas y un mecanismo de advertencia en las proximidades de los centros educativos. Los resultados muestran que tenemos 311 escuelas, equivalente a un 27.45% de las escuelas urbanas y rurales con señalizaciones viales cercanas a sus entornos, lo que presenta un nivel bajo de señalizaciones adecuadas. En contraste, 822 escuelas sin señalizaciones corresponden a un 72.55%.

La “Figura 4” muestra los resultados de las escuelas evaluadas con reductores de velocidad que minimiza los siniestros viales.

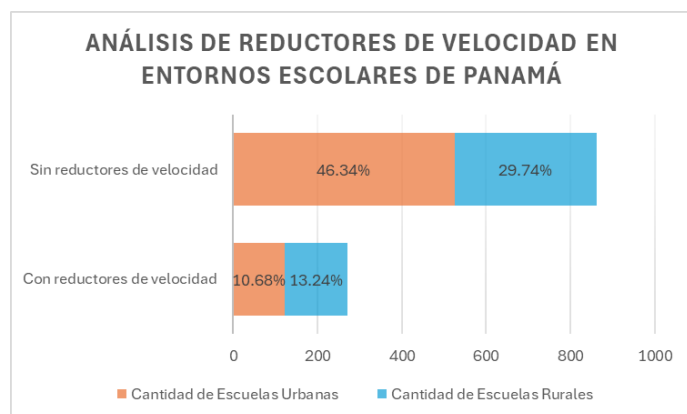


Figura 4. Análisis de reductores de velocidad en entornos escolares en Panamá.

Los reductores de velocidad constituyen una medida efectiva de calmado de tráfico para minimizar el exceso de velocidad cerca de los centros educativos. Sin embargo, los resultados del análisis evidencian una baja presencia de este tipo de infraestructura en los entornos escolares evaluados. Únicamente 271 escuelas, equivalentes al 23.92% de la muestra, cuentan con reductores de velocidad en su entorno inmediato, mientras que 862 escuelas, que representan el 76.08%, carecen de este tipo de medida de control de velocidad.

Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer y mejorar los sistemas viales en los centros educativos, con el fin de garantizar que las condiciones adecuadas. La limitada presencia de aceras, señalización vial y medidas de calmado de tráfico refleja las deficiencias estructurales que incrementa el nivel de riesgos y siniestralidades en el contexto donde los estudiantes interactúan diariamente con el tránsito vehicular. Los hallazgos manifiestan las intervenciones óptimas para la mejora de la infraestructura vial escolar, tanto en zonas urbanas como rurales.

4. DISCUSIONES

El uso de las plataformas de cartografías digital representa eficiente para el análisis preliminar en entornos escolares, pero cabe resalta que presenta sus limitaciones con respecto a que tan actualizados están la situación actual de cada uno de los centros educativos que fueron analizados dentro de la muestra que conforma las escuelas en total a nivel de la República de Panamá. Asimismo, ciertos elementos como el comportamiento de los conductores, los volúmenes reales de tránsitos, las velocidades operativas y los flujos peatonales, no

pueden ser evaluados directamente a partir de imágenes estáticas.

Adicionalmente, la calidad y cobertura de las imágenes varía entre zonas urbanas y rurales, lo que puede limitar el nivel de detalle observable en determinados entornos escolares, especialmente en áreas rurales donde la disponibilidad de vistas de calles es más reducida y posiblemente desactualizada. Esta situación puede generar diferencias en la precisión del análisis entre regiones, afectando la comparabilidad de los resultados a nivel de Panamá.

Como línea de trabajo futuro, se recomienda el desarrollo de un trabajo híbrido para complementar el análisis visual remoto con levantamientos de campo en una muestra representativa de escuelas, con el fin de validar los resultados obtenidos mediante Street View y validar el estado de la infraestructura vial. Este enfoque permitiría reducir la incertidumbre asociada a la actualización de las imágenes y mejorar la precisión de la evaluación.

5. CONCLUSIONES

El análisis de esta investigación demuestra que en Panamá es importante acatar la importancia de proveer la infraestructura adecuada para el peatón como los estudiantes sean seguros en sus entornos escolares para transitarlos.

Los resultados del análisis evidencian las deficiencias en la infraestructura vial destinada a la protección de estudiantes peatones en los entornos escolares evaluados. Se observa que una porción significativa carece de aceras, lo que limita a la movilización del estudiante en área adecuada de circulación.

En relación con la señalización vial muestra que existe un mayor número de escuelas urbanas sin señalizaciones específicas de zona escolar en comparación a las rurales. Este hallazgo sugiere una implementación de medidas de advertencia y control de tránsito adecuado para las zonas.

El análisis también carece de presencia de velocidad en zonas escolares tanto urbanos como rurales. La aplicación de medida de calmado de tráfico representa una oportunidad de mejora, considerando que la reducción de velocidad es determinante para reducir los siniestros viales que involucra los peatones en especial a los niños.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT), por financiar el programa de Estancias Académicas en el Laboratorio de Modelación de Transporte.

REFERENCIAS

- [1] International Road Assessment Programme (iRAP). (2020). “Star Rating for Schools - Guía de Codificación.”
- [2] M. Khatiwada, A. Pokhrel, S. B. Dhakal, and H. Tiwari, “School Zone Risk Evaluation Using iRAP SR4S Methodology: A Case Study of United School, Nepal”, *Int. J. Engin. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 221–229, Dec. 2025.

- [3] Fu, W., & Hashim, A. T. B. M. (2024). "Research on the Relationship between Urban and Rural Educational Resources Allocation and Educational Equity." *International Education Forum*, 2(8).
- [4] Swanson, J. M., Draisin, N., Krasnolucka, A., Vadillo, C., Medina, S., Pérez, B., Thu Quyen, B, Ngoc Minh, V., & Sauber-Schatz, E. (2022). "Observing pedestrian-vehicle traffic conflicts in school zones to evaluate the effectiveness of road safety interventions and reduce injuries in Ghana, Vietnam, and Mexico, 2019-2021". *Journal of injury and violence research*, 14(3), 145.
- [5] Chereque Lizarzaburu, B. F., & Delgado Alva, M. F. (2020). "El impacto de la infraestructura vial sobre la educación rural: análisis de los canales de transmisión del impacto y de la evidencia empírica de la literatura."
- [6] Ávalos, E., Palomino, P., y Muñoz, D., "Incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial: Una revisión sistemática," *Revista Espacios*, vol. 46, no. 03, 2025.
- [7] Katoch, B., Ghosh, I., & Chandra, S. (2025). "Safety of children in school zones— A systematic review." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 113, 554-569.
- [8] De León, M. P., & Koinange, C. (2021). "Tools for the Implementation of Safe Routes to School in Latin America and the Caribbean Region: 2020 Update."
- [9] M. Follana Soler, S. Boned Gómez, A. Ferriz Valero, and S. Baena Morales, "Educación Vial en Educación Física de Primaria: Un Estudio de Revisión de la Literatura (Road Safety Education in Primary School Physical Education: A Literature Review Study)", *Retos*, vol. 51, pp. 938–948, Jan. 2024, doi: 10.47197/retos.v51.101352.
- [10] B. J. Cedeño-Alcívar y D. Mogrovejo, "Estrategia de seguridad vial para la reducción de siniestros de tránsito provincia de Manabí", *Revista Científica multidisciplinaria arbitrada Yachasun*, vol. 7, n.º 13, pp. 94–111, jul. 2023.
- [11] E. W. Llatas Ramirez, R. A. Rojas Fernández, Y. M. Bautista Sánchez, R. Zuta Leon, J. L. Piedra Tineo, and N. Arce Fernández, "Integración de ciclovías y señalización vial urbana sostenible: una revisión de literatura", *Pakamuros*, vol. 13, no. 4, pp. 167–181, Jan. 2026, doi: [10.37787/kvbyrn77](https://doi.org/10.37787/kvbyrn77).

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2025

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2026

POTENCIAL DE MEJORA DE LA MOVILIDAD ACTIVA EN LA AVENIDA CINCUENTENARIO: CICLORRUTA DE CONEXIÓN MULTIPROPÓSITO

Roxana Kong Wieng ^{1a}, Jorge Isaac Perén Montero ^{1,2b}

¹ Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá

² Sustainable Building and City Research Group, SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá

^{1a} roxana_kong_22@hotmail.com; ^{1,2 b} jip@jorgeisaacperen.com

^{1a} 0000-0002-5775-292X; ^{1,2 b} 0000-0003-4762-9255

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7426.9376>

RESUMEN: La investigación evalúa el potencial de mejora de la movilidad activa en la Avenida Cincuentenario, en la ciudad de Panamá, en un contexto de alta dependencia del vehículo privado, congestión e impactos ambientales y en la salud pública. El objetivo es verificar el potencial físico y funcional del tramo de estudio para fomentar modos de transporte activos, particularmente la bicicleta, mediante el análisis de la morfología urbana, la infraestructura de movilidad y el uso-ocupación del suelo. La metodología combina una revisión de literatura con un diagnóstico urbano integral que considera variables como llenos y vacíos, altimetría, usos de suelo, equipamientos, tamaño de manzanas, conectividad vial, topografía, accesibilidad al transporte público e intensidad de rutas de los ciclistas a partir de datos de la plataforma Strava. Los resultados evidencian una alta concentración de atractores de viajes, conectividad con estaciones de metro existentes y proyectadas, una demanda ciclista significativa y una baja densidad de intersecciones. Se concluye que la Avenida Cincuentenario presenta condiciones favorables para la implementación de estrategias de movilidad activa y el diseño de infraestructura ciclista sostenible.

PALABRAS CLAVES: conectividad vial, espacio público, infraestructura ciclista, transporte público, morfología urbana, movilidad activa sostenible, planificación urbana sostenible.

ABSTRACT: This research assesses the potential for improving active mobility on Avenida Cincuentenario in Panama City, within a context of high dependence on private vehicles, congestion, and environmental and public health impacts. The objective is to verify the physical and functional potential of the study area to promote active modes of transportation, particularly cycling, through an analysis of urban morphology, mobility infrastructure, and land use. The methodology combines a literature review with a comprehensive urban diagnosis that considers variables such as built and open spaces, elevation, land use, amenities, block size, road connectivity, topography, accessibility to public transportation, and cycling traffic intensity using data from the Strava platform. The results show a high concentration of trip attractors, connectivity with existing and planned metro stations, significant cycling demand, and a low density of intersections. The study concludes that Avenida Cincuentenario presents favorable conditions for the implementation of active mobility strategies and the design of sustainable cycling infrastructure.

KEYWORDS: cycling infrastructure, public space, public transport, street connectivity, sustainable active mobility, sustainable urban planning, urban morphology

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El transporte público y el vehículo privado

En Panamá la velocidad media de los buses es baja; por ejemplo en el 2015 en horario pico fue de 10.53 km/h y de apenas 7.2 km/h en el 2017 [1]. Las velocidades comerciales promedio se sitúan en un rango comprendido entre 14 km/h, correspondiente al sistema Trolebús de Quito, y 26 km/h, registrado en el sistema TransMilenio de Bogotá [2]. En el caso

de la red de autobuses del Área Metropolitana de Barcelona, la velocidad comercial promedio se sitúa en torno a los 12 km/h [3]. En Roma, la velocidad promedio de circulación de los autobuses alcanza valores cercanos a los 30 km/h en carriles exclusivos, mientras que en vías con tráfico mixto se sitúa ligeramente por encima de los 20 km/h [4].

La velocidad media de desplazamiento de un ciclista adulto, de acuerdo con la *Guía de los Estados Unidos para el*

Desarrollo de Infraestructura Ciclista, se sitúa generalmente en un rango comprendido entre 13km/h y los 24 km/h, estableciéndose valores diferenciados según la pendiente del trazado. En tramos en ascenso, la velocidad promedio se reduce a intervalos de entre 8 y 19 km/h, mientras que en segmentos en descenso puede incrementarse hasta valores comprendidos entre 32 y 50 km/h, sin realizarse distinciones adicionales en función de la longitud o la magnitud de la pendiente. De manera similar, el *Manual de Diseño para el Tráfico Ciclista de los Países Bajos* establece un rango de velocidades medias entre 15 y 23 km/h, señalando que los ciclistas que utilizan bicicletas de ruta alcanzan velocidades superiores, cercanas a los 30 km/h, y que en tramos descendentes pueden registrarse velocidades de hasta 35 km/h. Por su parte, las *Directrices Alemanas para el Diseño de Infraestructura Ciclista (ERA)* asumen velocidades de circulación entre 20 y 30 km/h en terrenos planos, y reconocen la posibilidad de velocidades superiores a 40 km/h en descensos prolongados [5]. De manera que moverse en bicicleta puede ser una opción para conectarse con el bus, completar un recorrido o hacerlo por completo.

A pesar de que el desplazamiento potencial en bicicleta es una opción, en Panamá la presión del automóvil es alta mostrándose como un desafío. El parque vehicular de Panamá es relativamente grande, existiendo un (1) vehículo por cada 4.5 habitantes [6]. El parque vehicular se incrementó un 53% del 2012 al 2019 [7]. Vinculado a esto, Panamá es uno de los países con el mayor consumo de energía en el sector transporte; con consume superior al 40% de la energía nacional [8]. En el año 2016 Panamá generó 53.7% de la emisión de CO₂ [9], aumentando un 7.7% con respecto al año 2014 [10]. Es decir, al depender en su mayoría de combustibles fósiles las emisiones de CO₂ son consecuentemente altas.

Por otro lado, la segregación de las residencias de las áreas centrales y/o de las zonas de empleos, sumado a la baja calidad (poca frecuencia o ausencia de rutas y baja velocidad) de los buses y el relativo bajo costo de los vehículos, son factores que llevan al ciudadano a tener su propio vehículo para resolver su demanda de movilidad. El modelo de ciudad dispersa sumado a la baja calidad del transporte público aumenta la dependencia del vehículo particular; resultando en mayor congestión vehicular. Aspectos que dificultan la inserción de la bicicleta como medio alternativo de transporte.

1.2. La bicicleta es una opción de transporte

La bicicleta es un medio de transporte que no genera gases de efecto invernadero [11], además es saludable y económico. La bicicleta es una alternativa favorable en horas pico donde el congestionamiento vehicular es pesado [8], además que mejora la salud pública [12]. La bicicleta es una opción saludable pues al ser una actividad física, disminuye el sedentarismo y los

problemas de sobrepeso. A nivel mundial, 1 de cada 4 adultos y 4 de cada 5 adolescentes no hacen ejercicio, esto refleja a nivel mundial, un costo aproximado de \$ 54 mil millones en atención médica directa y \$ 14 mil millones adicionales en pérdidas de productividad [13]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda como nuevas pautas al menos 2.5-5 horas de ejercicio semanalmente [13]. A nivel nacional, el 92.9% de la mortalidad fueron causadas por enfermedades y problemas relacionados con la salud tales como enfermedades isquémicas del corazón, diabetes mellitus, enfermedades hipertensivas, enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, entre otras [6]. Las personas mayores de 40 años, el 45% padece de obesidad/sobrepeso [14].

En Europa, la crisis del petróleo de la década de 1970, junto con período de protestas por siniestralidades viales, propició el uso de la bicicleta como opción de medio de transporte [15]. La bicicleta solventó los problemas de la contaminación, la congestión, el aumento de los precios del combustible o la creciente demanda de mejores servicios de transporte público [16]. Actualmente Panamá está en un escenario bastante similar; de cada 2 siniestros viales donde están involucrados peatones, 1 fallece (50% de siniestralidad de peatones). Y por cada 10 incidentes con ciclistas 1 fallece [17], siendo un indicador de ciudad poco amigable con la movilidad al cual se le debe prestar atención.

1.3. El diseño urbano es clave para la movilidad activa

El diseño urbano y de infraestructura de movilidad debe favorecer la movilidad en bicicleta. A diferencia de las ciudades europeas, el modelo de las ciudades latinoamericanas es de una ciudad monocéntrica, con una concentración de estratos socioeconómicos medios y altos en áreas centrales o bien localizadas [18]. La urbe ha sido construida en base a los vehículos, es decir no incentiva a caminar pues escasean las infraestructuras peatonales, la arborización y los espacios recreativos [19].

En el ranking de las 90 mejores ciudades donde se emplea la bicicleta, Utrecht (Holanda) lidera la lista con un 51% de los viajes realizadas en bicicleta [20]. Mientras en Latinoamérica este medio de transporte es menos empleado; destacando a Rosario (Argentina) con apenas 5.3% y a Bogotá (Colombia) con un 5% del total de viajes [21]. En Panamá, la cantidad de viajes diarios realizados en bicicleta equivalen sólo al 0.16% del total de viajes, y el tiempo promedio de viajes en modo no motorizado es de 21 minutos [22].

La bicicleta puede ser empleada como: (a) transporte y movilidad, (b) recreación y (c) deporte [23]. En lo que respecta al diseño de ciclovías para transporte y recreación (a y b), existen cinco elementos fundamentales que deben ser considerados en el diseño: coherencia, de conexión directa, seguridad vial, atractivo y comodidad [24]. Los tipos de

ciclovías según grado de segregación se clasifica en: vías segregadas, vías compartidas y trazados independientes [23], los cuales se aplican en función de la morfología, uso de suelo, seguridad entre otros aspectos.

Al pensar en la bicicleta como medio de transporte, se debe considerar la intermodalidad o la combinación de diferentes modos de transporte en un solo viaje. La premisa es que la integración de diferentes modos de transporte podría proporcionar una opción de transporte más sostenible y competitiva, que el uso de modos individualizados, como el automóvil. Un ejemplo es la combinación modal entre el transporte público para distancias más largas, y la bicicleta para el primer y último tramo de los viajes [25].

Este estudio verifica el potencial de mejora de la movilidad activa (transporte público, caminar y usar la bicicleta) a lo largo de la Av. Cincuentenario. Como objetivos específicos, el estudio pretende en primera instancia (a) caracterizar la morfología urbana del área de estudio a partir de variables como altimetría, uso del suelo, tamaño de manzanas, entre otros; (b) evaluar la infraestructura de movilidad y conectividad del entorno urbano mediante el análisis de redes de transporte público e isócronas de desplazamiento; e (c) identificar el uso de ocupación del sector y sectores críticos que condicionan el desempeño de la movilidad activa dentro del tejido urbano analizado.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio consta de dos etapas: en la etapa 1 se realiza una breve revisión de la literatura internacional y nacional sobre el uso de la bicicleta. En la etapa dos, se realiza (a) un diagnóstico urbano del sector aledaño a la Avenida Cincuentenario. En el mismo se evalúan 3 componentes importantes: (1) la **morfología urbana** del sector; (2) la **infraestructura de movilidad y conectividad** al transporte público; y (3) el **uso-ocupación** del sector.

En el estudio de la **morfología urbana** del sector se realizan mapas de (a) llenos y vacíos, (b) altimetría, (c) usos de suelo, (d) equipamiento y áreas verdes, (e) tamaños de manzanas, (f) intersecciones, y (g) topografía con el objetivo de analizar e identificar potencialidades del sector. En la etapa de estudio de la **infraestructura de movilidad y conectividad del entorno urbano** se evalúan las (a) vías principales y la servidumbre vial; (b) paradas de buses y estaciones de metro; (c) tiempo de desplazamiento. En la etapa de **uso ocupación del sector** se evalúan las rutas de ciclistas usuarios de Strava y (b) los atractores de viajes.

3. RESULTADOS

3.1. Morfología urbana del sector

La figura 1 muestra la ubicación de la zona de estudio con un radio de 2km con respecto a la Av. Cincuentenario. El tramo estudiado es la Av. Cincuentenario, la cual atraviesa los corregimientos Río Abajo y Parque Lefevre; iniciando a partir de la estación de Metro Cincuentenario en el norte, hacia el museo de Panamá Viejo al sur.

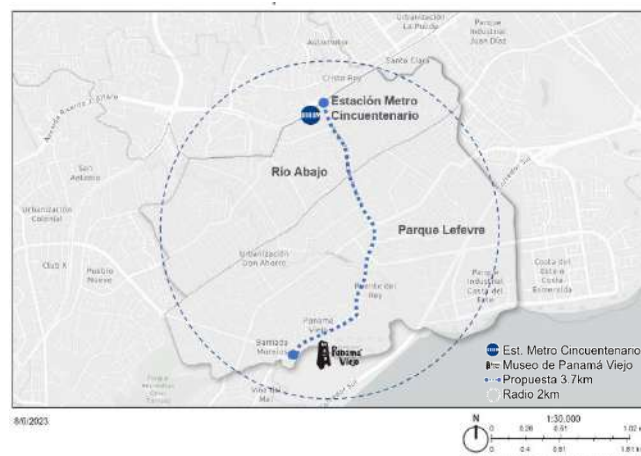


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio con un radio de 2km con respecto a la Av. Cincuentenario.

3.1.1. Estudio de la morfología urbana del sector

La figura 2 muestra llenos y vacíos dentro de la zona de estudio. En la zona noreste y suroeste se observan 2 grandes vacíos con espacio residual.

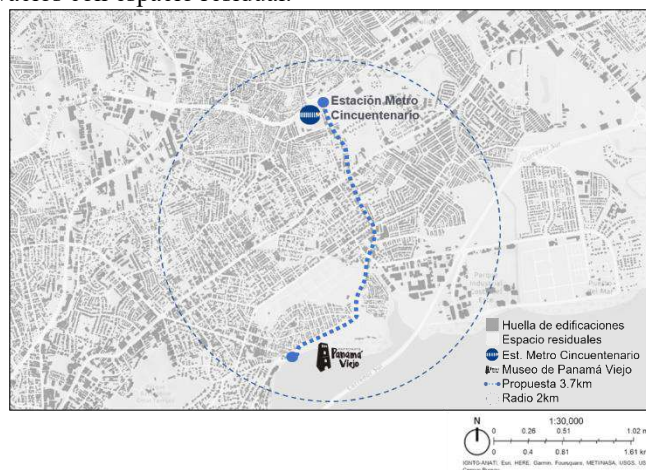


Figura 2. Llenos y vacíos dentro de la zona de estudio.

La figura 3 muestra la **altimetría** dentro de la zona de estudio. El mayor porcentaje son edificaciones de 1 piso, seguido de 2 a 4 pisos; la zona sureste se encuentra una mezcla de edificaciones, entre ellas, de más de 50 pisos.



Figura 3. Altimetría dentro de la zona de estudio.

La figura 4 muestra los **usos de suelo** de la zona de estudio. El mayor porcentaje es el uso de suelo tipo vivienda, seguido de equipamientos. Cabe destacar que en las vías principales cercanas a la Av. Cincuentenario se muestra una mezcla de uso de suelo donde la mayoría son comercios y servicios.

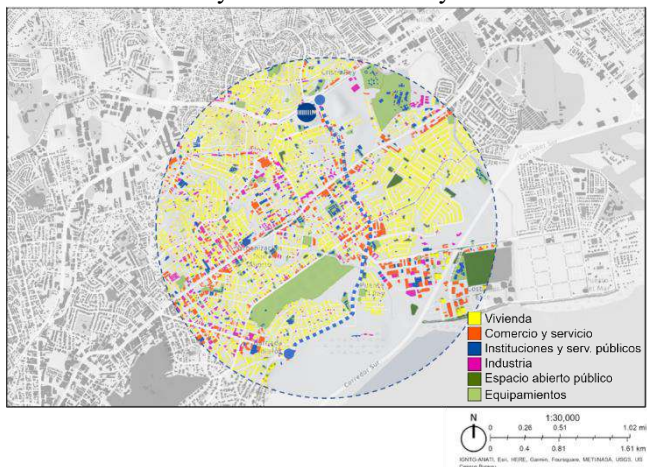


Figura 4. Usos de suelo de la zona de estudio.

La figura 5 muestra los **equipamientos, espacios abiertos y cuerpos hídricos** de la zona de estudio. Los equipamientos encontrados como: colegios, hospitales, clínicas, instituciones públicas, y espacios culturales. Se destacan 2 espacios verdes dentro de equipamientos: el Instituto de Salud Mental y el Cementerio Jardín de Paz, adicional el espacio abierto verde del Parque Felipe Motta. Acerca de los cuerpos hídricos, al suroeste se encuentra el Río Abajo, y al este se encuentra el Río Juan Díaz. Dentro del radio de estudio cuenta con diferentes tipos de parques como de bolsillo y centros recreativos

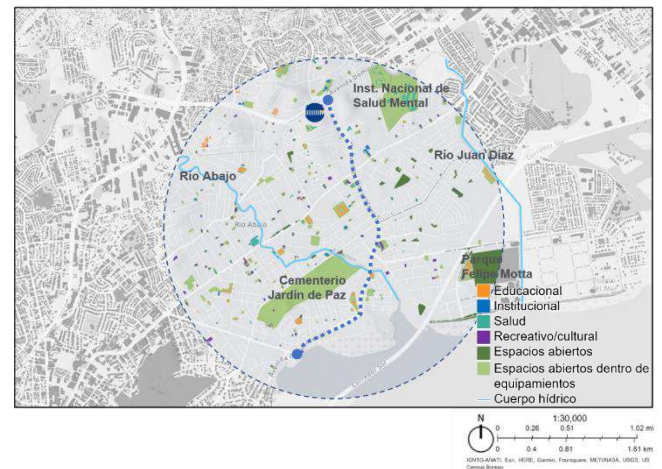


Figura 5. Equipamientos, espacios abiertos y cuerpos hídricos de la zona de estudio.

La figura 6 muestra **tamaños de manzanas** de la zona de estudio. Gran cantidad de manzanas contiguas a la Av. Cincuentenario tiene un metraje de más de 10.1 hectáreas (6 manzanas). Existen un total de 27 manzanas con una superficie de hasta 1 hectárea.

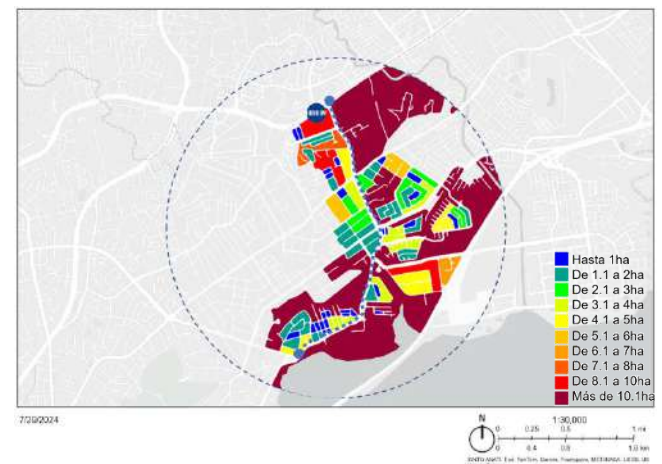


Figura 6. Tamaño de manzanas de la zona de estudio.

Se evaluó la **conectividad** y el estado del tramo de análisis mediante el cálculo de dos variables principales. La primera, la Densidad de Intersecciones (I.D.), se determina, de acuerdo con Beale (2012), como el cociente entre la cantidad de intersecciones completas y el área considerada. La segunda variable, la Relación de Nodos Conectados (C.N.R.), se define siguiendo a Mecredy et al. (2011) como el cociente entre el número de nodos completos y el total de nodos. Cabe destacar que el valor máximo de esta variable es 1; valores superiores reflejan una escasa presencia de callejones sin salida y, por ende, una mayor conectividad de la red vial.

La figura 7 muestra la **densidad de intersecciones (I.D.)** y relación de nodos conectados (C.N.R.) de la zona de estudio. La zona de estudio tiene un área de influencia mínima de 500 metros adyacentes a la Av. Cincuentenario. Los análisis

arrojaron un valor de 0.11 para la densidad de intersecciones y de 0.14 para la relación de nodos conectados, calculados sobre una superficie total de 310,9 hectáreas.

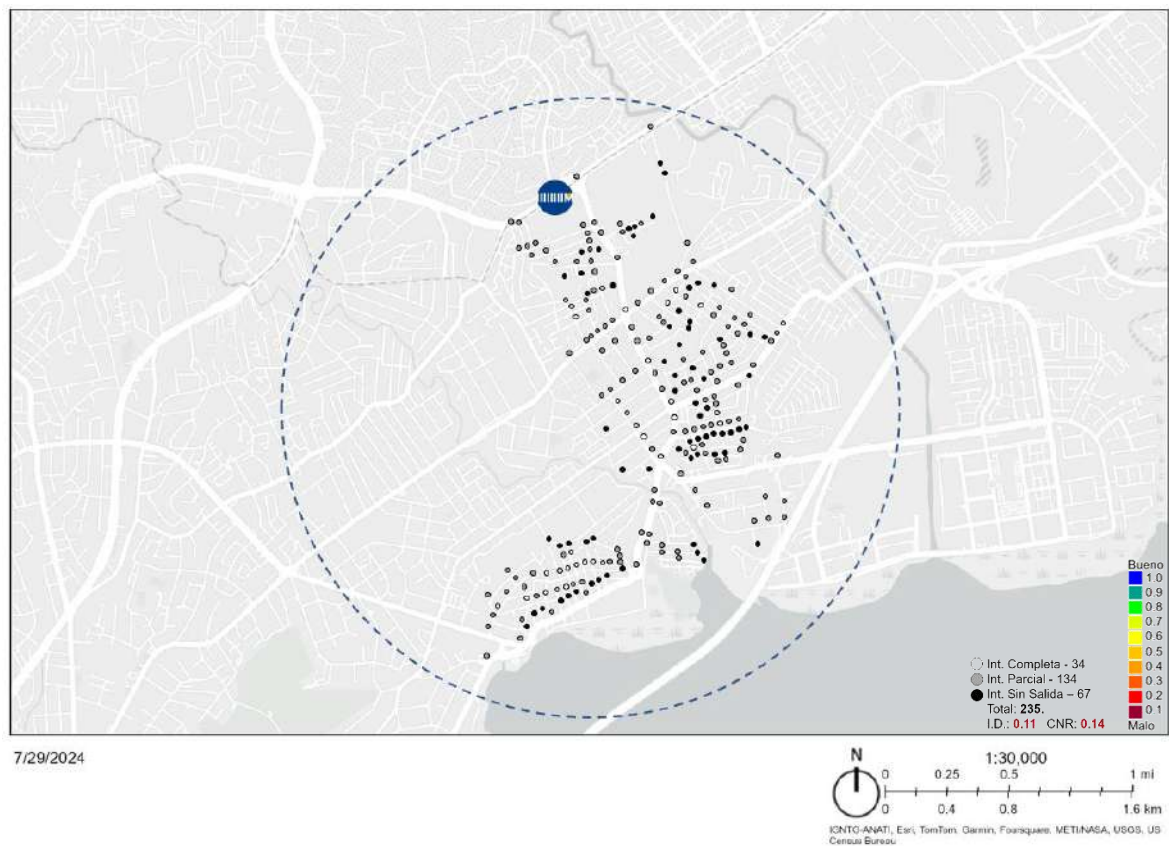


Figura 7. Densidad de intersecciones (I.D.) y relación de nodos conectados (C.N.R.) de la zona de estudio.

La figura 8 muestra la **topografía** de la zona de estudio. El tramo de la Avenida Cincuentenario muestra una diferencia aproximada de niveles de 40 metros, mayormente con una pendiente de 1 % hasta máximo de 6 % hacia el norte.

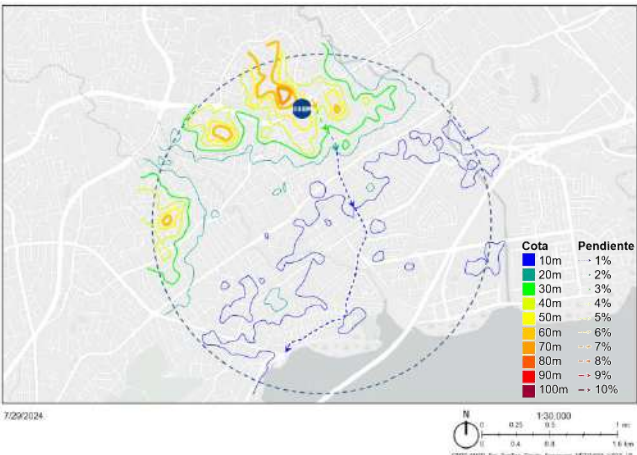


Figura 8. Topografía de la zona de estudio.

3.1.2. Infraestructura de movilidad y conectividad del sector

La figura 9 muestra las **vías principales** de la zona de estudio. Las vías principales cercanas al tramo de estudio son: Avenida Domingo Díaz, Avenida Central España, Avenida José Agustín Arango, Vía Santa Elena, Avenida 6 Sur.

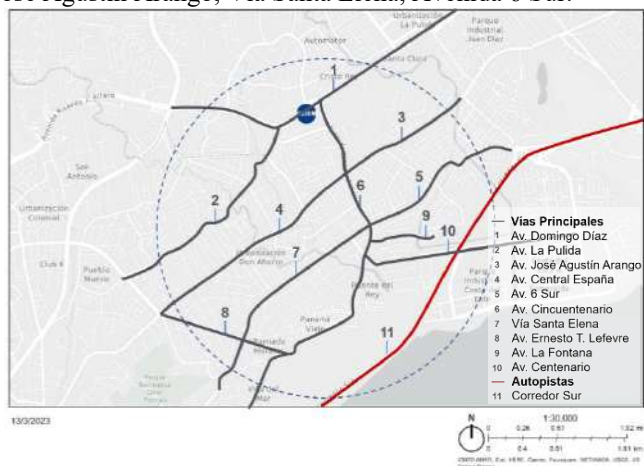


Figura 9. Vías principales de la zona de estudio.

La figura 10 muestra la **servidumbre vial** de la zona de estudio que está configurada por un radio de 2km con respecto a la Av. Cincuentenario. Las vías principales cercanas al tramo de estudio presentan servidumbres desde 20 metros, hasta más de 60 metros. Las vías de mayor servidumbre son Avenida Domingo Díaz (mayor a 60 metros), Avenida Central España (40 a 59 metros), Avenida José Agustín Arango (40 a 59 metros). La servidumbre vial de la Av. Cincuentenario es de 20 metros.

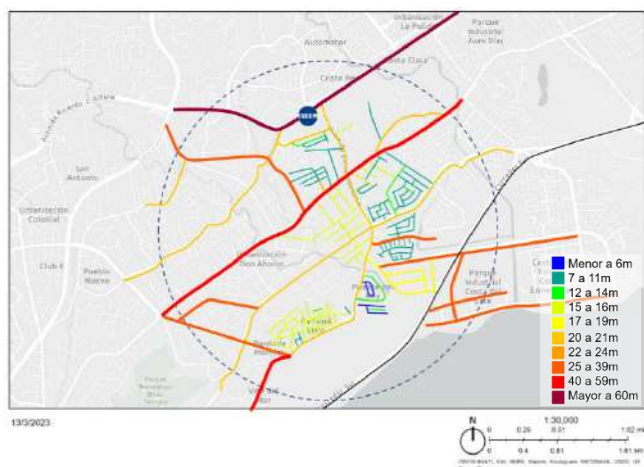


Figura 10. Servidumbre vial de la zona de estudio que está configurada por un radio de 2km con respecto a la Av. Cincuentenario.

La figura 11 muestra las **paradas de buses y estaciones de metro** (existentes y futuras) de la zona de estudio. El tramo de la Av. Cincuentenario conecta con las estaciones del metro de

la Línea 2 (existente) con las futuras líneas 4 y 5. Las siguientes vías principales: Av. 6 Sur y Vía Santa Elena no presentan paradas de buses.

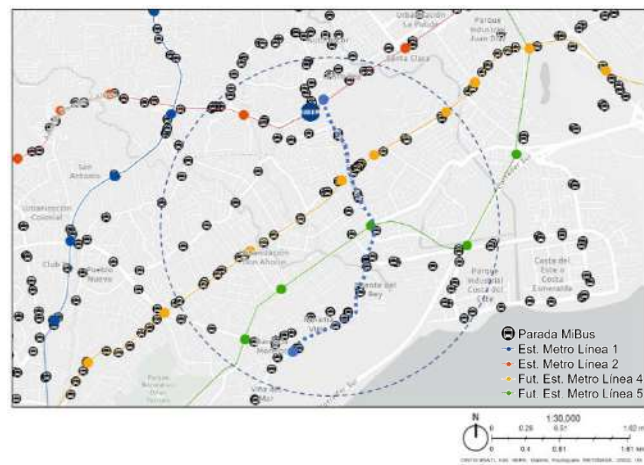


Figura 11. Paradas de buses y estaciones de metro (existentes y futuras) de la zona de estudio.

La figura 12 muestra el **tiempo de desplazamiento peatonal** de 8 minutos desde las paradas de buses. Se identifican sectores críticos, particularmente en el barrio de Chanis, donde no se encuentran en una distancia de ocho minutos caminable desde una parada de bus; situación que se replica, aunque en menor medida, en un sector puntual del Parque Industrial de Costa del Este.

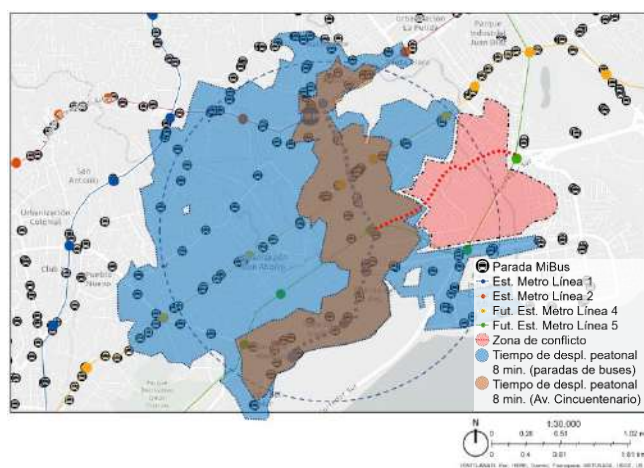


Figura 12. Tiempo de desplazamiento peatonal de 8 minutos desde las paradas de buses.

3.1.3. Uso ocupación del sector

La figura 13 muestra la **intensidad de rutas de los ciclistas**, usuarios de la plataforma Strava, en el mes de junio de 2024. La ruta con mayor intensidad de uso son las Avenida

Domingo Díaz (primer lugar), Avenida Cincuentenario (segundo lugar), Avenida Centenario hacia Costa del Este (tercer lugar), Avenida José Agustín Arango (cuarto lugar), y Avenida 6 Sur (quinto lugar); mientras que la ruta con mediana intensidad de uso son las Avenida Central España (primer lugar), Avenida Santa Elena (segundo lugar), Avenida Ernesto T. Lefevre (tercer lugar).

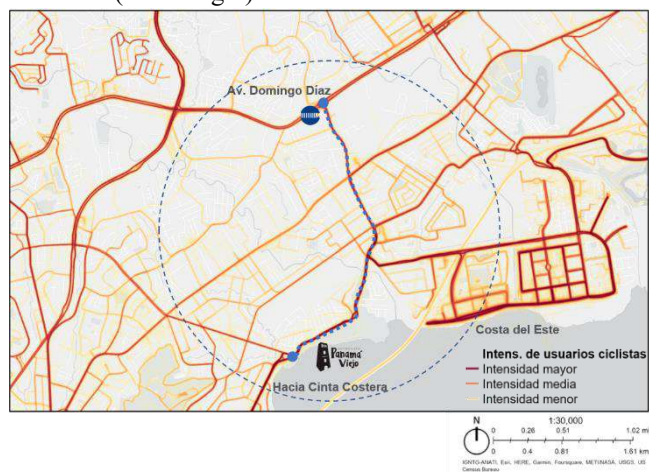


Figura 13. Intensidad de rutas de los ciclistas, usuarios de la plataforma Strava, en el mes de junio de 2024.

La figura 14 muestra los **atractores de viajes** de la zona de estudio. Los mayores atractores de usuarios se encuentran en: las zonas comerciales al sureste (Town Center en Costa del Este y el Parque Industrial), colegios, el Museo de Panamá La Vieja, la estación de Metro Cincuentenario y la Zona Paga de Balboa.

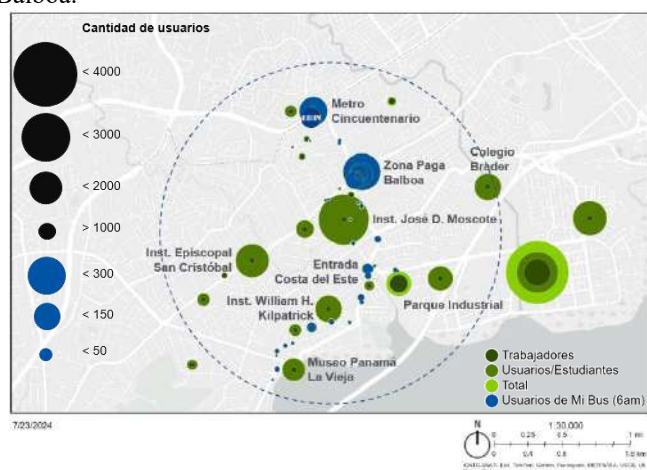


Figura 14. Atractores de usuarios de la zona de estudio.

4. DISCUSIÓN

La Av. Cincuentenario tiene potencial para la creación de una ciclovía a lo largo de ella con incorporación de mejoras urbanas que fomenten la movilidad activa. La figura 15

muestra el Plan de movilidad activa y reformas urbanas de la Av. Cincuentenario con sus fases y zonas potenciales. La definición de las fases de actuación se fundamentó en los resultados del análisis espacial de la movilidad urbana. En este sentido, la selección de la fase 2, correspondiente a la Avenida Centenario, se sustentó en la identificación de una elevada concentración de atractores de viaje (Figura 14), lo que evidencia una alta demanda potencial de usuarios en dicho tramo. Asimismo, la fase 3, localizada en la Avenida 6 Sur, se determinó a partir de los resultados expuestos en la Figura 12, donde se reconoce una zona crítica caracterizada por la ausencia de conexión con el sistema de transporte público, manifestada en la inexistencia de paradas de buses. Estos resultados ponen de relieve la necesidad de intervenciones diferenciadas que permitan atender tanto la demanda existente como las discontinuidades estructurales de conectividad, favoreciendo una integración más eficiente entre la movilidad activa y el transporte público.

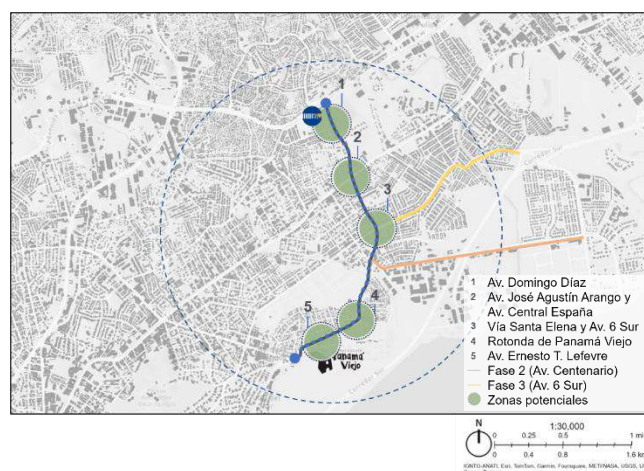


Figura 15. Plan de ciclovías para la Av. Cincuentenario con sus fases y zonas potenciales para realizar intervenciones urbanas.

Los resultados obtenidos muestran una relevancia para la futura planificación urbana, el diseño de políticas públicas y el ámbito académico, en la medida en que contribuyen a la comprensión de las problemáticas de movilidad en contextos urbanos, y presentan una metodología susceptible de ser replicado y adaptado en otros territorios con características similares.

Adicional, abre la posibilidad de profundizar el estudio mediante el desarrollo de propuestas de diseño urbano orientadas a la implementación de infraestructura ciclista, particularmente a través del diseño de una ciclovía y la definición de directrices técnicas de la misma. La continuidad del trabajo permitiría evaluar el impacto potencial de dichas intervenciones en la movilidad activa, la seguridad vial y la calidad urbana, fortaleciendo cómo se aplican los resultados en

procesos de toma de decisiones de planificación urbana sostenible.

5. CONCLUSIÓN

La Av. Cincuentenario atraviesa los corregimientos de Río Abajo y de Parque Lefevre, iniciando a partir de la estación de Metro Cincuentenario en el norte hasta el museo de Panamá Viejo al sur. La zona de estudio, con un área de influencia mínima de 500 metros, adyacentes a dicha Av. Cincuentenario, tiene las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los edificios del sector son de un (1) piso, seguido de edificaciones de 2 a 4 pisos; en la zona sureste se encuentra una mezcla de edificaciones, entre ellas, de más de 50 pisos.
- En lo que respecta al uso de suelo, en su mayoría prevalece el uso residencial, seguido de equipamientos. Cabe destacar que en las vías principales cercanas a la Av. Cincuentenario se muestra una mezcla de uso de suelo donde la mayoría son comercios y servicios.
- En la zona estudiada se encuentran colegios, hospitales, clínicas, instituciones públicas, y espacios culturales. Se destacan 2 espacios verdes de gran tamaño: el Instituto de Salud Mental y el Cementerio Jardín de Paz, adicional el espacio abierto verde del Parque Felipe Motta.
- Acerca de los cuerpos hídricos; al suroeste se encuentra el Río Abajo, y al este se encuentra el Río Juan Díaz. Dentro del radio de estudio cuenta con diferentes tipos de parques como de bolsillo y centros recreativos. Los cuales pueden ser potenciales áreas de espacios públicos y recreación a ser conectadas por futuras ciclovías.
- Gran cantidad de manzanas contiguas a la Av. Cincuentenario tiene un metraje de más de 10.1 hectáreas (6 manzanas); tamaño extremadamente grande. La creación de veredas o vías exclusivas para peatones y/o ciclovías podrían mejorar la movilidad a través de esas enormes manzanas. Sin embargo, se destaca el hecho de que existen un total de 27 manzanas con una superficie de hasta 1 hectárea; es decir manzanas con un tamaño ideal.
- En lo que respecta a la conectividad peatonal, los análisis arrojaron un valor de 0.11 para la densidad de intersecciones y de 0.14 para la relación de nodos conectados, calculados sobre una superficie total de 310,9 hectáreas. Estos números son un poco bajos. **xxx**
- El tramo de la Avenida Cincuentenario muestra una diferencia aproximada de niveles de 40 metros, mayormente con una pendiente de 1 % hasta máximo de 6 % hacia el norte.
- Las vías principales cercanas al tramo de estudio son: Avenida Domingo Díaz, Avenida Central España, Avenida José Agustín Arango, Vía Santa Elena, Avenida 6 Sur.
- Las vías principales cercanas al tramo de estudio presentan servidumbres desde 20 metros, hasta más de 60 metros. Las

vías de mayor servidumbre son Avenida Domingo Díaz (mayor a 60 metros), Avenida Central España (40 a 59 metros), Avenida José Agustín Arango (40 a 59 metros). La servidumbre vial de la Av. Cincuentenario es de 20 metros.

- El tramo de la Av. Cincuentenario conecta con las estaciones del metro de la Línea 2 (existente) con las futuras líneas 4 y 5. Las siguientes vías principales: Av. 6 Sur y Vía Santa Elena no presentan paradas de buses.
- Se identifican sectores críticos, particularmente en el barrio de Chanis, donde no se encuentran en una distancia de ocho minutos caminable desde una parada de bus; situación que se replica, aunque en menor medida, en un sector puntual del Parque Industrial de Costa del Este.
- La ruta con mayor intensidad de uso son las Avenida Domingo Díaz (primer lugar), Avenida Cincuentenario (segundo lugar), Avenida Centenario hacia Costa del Este (tercer lugar), Avenida José Agustín Arango (cuarto lugar), y Avenida 6 Sur (quinto lugar); mientras que la ruta con mediana intensidad de uso son las Avenida Central España (primer lugar), Avenida Santa Elena (segundo lugar), Avenida Ernesto T. Lefevre (tercer lugar).
- Los mayores atractores de usuarios se encuentran en: las zonas comerciales al sureste (Town Center en Costa del Este y el Parque Industrial), colegios, el Museo de Panamá La Vieja, la estación de Metro Cincuentenario y la Zona Paga de Balboa.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se desarrolló en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D) #MUVEE PANAMA, bajo la coordinación del Investigador Principal, Dr. Jorge Isaac Perén, y con financiamiento de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). Se agradece a la empresa MiBus y al Metro de Panamá por facilitar los datos necesarios para este estudio. También se agradece a la empresa JIP Plus Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería por el apoyo en el desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] L. Pinzón, "Mi Bus Te Informa Boletín Informativo 10," 2017. Accessed: Apr. 26, 2022. [Online]. Available: http://mibusoperadores.com/asignacion/boletines/boletin_Informativo_10.pdf
- [2] D. Hidalgo and P. Graftieaux, "Bus rapid transit systems in Latin America and Asia results and difficulties in 11 Cities," *Transp. Res. Rec.*, no. 2072, pp. 77–88, 2008, doi: 10.3141/2072-09.
- [3] Á. Sanz and J. Perdiguerro, "Does urban bus route assignment improve air quality?," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 129, p. 104146, Apr. 2024, doi: 10.1016/J.TRD.2024.104146.
- [4] A. Russo, M. W. Adler, and J. N. van Ommeren,

- “Dedicated bus lanes, bus speed and traffic congestion in Rome,” *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 160, pp. 298–310, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.TRA.2022.04.001.
- [5] A. Brandenburg and J. Geistefeldt, “Speed and lateral distance behavior on highly frequented bicycle facilities in Germany,” *Eur. Transp. Stud.*, vol. 1, p. 100005, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.ETS.2024.100005.
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Censo, “Índice de intensidad del flujo vehicular y automóviles en circulación por por mil habitantes en la República: Años 2015-19,” 2019. [Online]. Available: <https://www.inec.gob.pa/archivos/P07055475202108311057131.xlsx>
- [7] E. Zeballos, “Más de 1.4 millón de vehículos tiene Panamá,” *El Siglo de Panamá*, 2019. Accessed: Apr. 26, 2022. [Online]. Available: <http://elsiglo.com.pa/panama/14-millon-vehiculos-tiene-panama/24147246>
- [8] J. I. Perén, “Una opción de movilidad / Entrevistado por Violeta Villar Liste,” 2019. Accessed: Apr. 26, 2022. [Online]. Available: https://www.prensa.com/opinion/opcion-movilidad_0_5316218396.html
- [9] Ministerio de Ambiente, *GEO Panamá 2019: Informe del estado del ambiente*. Panamá, 2019. [Online]. Available: <https://www.sinia.gob.pa/index.php/informe-del-estado-de-ambiente>
- [10] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Panamá busca avanzar hacia una estrategia climática integrada y una economía baja en carbono,” *El PNUD en Panamá*, 2019. <https://www.pa.undp.org/content/panama/es/home/presscenter/articles/2019/panama-inicia-el-proceso-de-preparacion-de-la-cuarta-comunicacio.html> (accessed May 03, 2022).
- [11] G. Murillo, G. Rodríguez, B. Montuto, and J. I. Perén, “POTENCIAL DEL USO DE LA BICICLETA EN PANAMÁ,” *SusBCity*, vol. 1, no. 1, pp. 35–39, 2019, Accessed: Apr. 26, 2022. [Online]. Available: <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/463/381>
- [12] M. Gil, Y. Cruz, J. Fernandez, A. Arauz, and J. I. Perén, “PROPUESTA DE CICLOVÍAS PARA CONECTAR EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ (UP) CON LA CIUDAD DE PANAMÁ,” *SusBCity*, vol. 2, no. 1, pp. 46–50, 2020, Accessed: Apr. 26, 2022. [Online]. Available: <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/1169/980>
- [13] J. Guerra, “Cada movimiento cuenta para mejorar la salud – dice la OMS,” *Organización Mundial de la Salud*, 2020. <https://www.who.int/es/news/item/25-11-2020-every-move-counts-towards-better-health-says-who> (accessed May 17, 2022).
- [14] J. E. Sánchez M., “MÁS DE 1.3 MILLONES DE PERSONAS FUERON ATENDIDOS EN LOS CENSOS DE SALUD PREVENTIVA | CSS Panamá,” *Caja de Seguro Social de Panamá*, 2019. <http://www.css.gob.pa/web/4-septiembre-2019ak.html> (accessed May 06, 2022).
- [15] R. Aldred, “The role of advocacy and activism,” *Transp. Sustain.*, vol. 1, pp. 83–108, 2012, doi: 10.1108/S2044-9941(2012)0000001006/FULL/XML.
- [16] M. Rivere, “Socio-histoire du vélo dans l’espace urbain: D’une écologie politique à une économie médiatique... Toulouse, Genève, Saragosse,” Université Toulouse II, Francia, 2009.
- [17] Instituto Nacional de Estadística y Censo, “VÍCTIMAS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA REPÚBLICA, DISTRITOS DE PANAMÁ, SAN MIGUELITO Y RESTO DE LA REPÚBLICA, SEGÚN CLASE DE VÍCTIMAS: AÑO 2020,” 2020. Accessed: May 06, 2022. [Online]. Available: <https://inec.gob.pa/archivos/P028956252021072810343615.pdf>
- [18] C. Arellano Yévenes and F. Saavedra Peláez, “El uso de la bicicleta en Santiago de Chile ¿es una opción?,” *EchoGéo*, no. 40, pp. 0–17, 2017, doi: 10.4000/echogeo.14965.
- [19] G. Rivera, “El Sobrepresto Y Obsesidad Que Afecta La Economía Del País,” vol. 4, no. 1, pp. 13–17, 2016.
- [20] Luko Cover SAS, “Global Bicycle Cities Index 2022,” 2022. <https://de.luko.eu/en/advice/guide/bike-index/> (accessed May 05, 2022).
- [21] R. A. Ríos and A. Taddia, “Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe: Guía para impulsar el uso de la bicicleta,” *Banco Interamericano de Desarrollo*, 2015. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Ciclo-inclusión-en-América-Latina-y-el-Caribe-Guía-para-impulsar-el-uso-de-la-bicicleta.pdf> (accessed Apr. 28, 2022).
- [22] A. L. Morais Silva *et al.*, “PLAN INTEGRAL DE MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE PANAMÁ - Entregable 7. Informe final de la Fase 1 Capítulo 3,” *Banco Interamericano de Desarrollo, Metro de Panamá*, 2015. <https://www.elmetrodepanama.com/wp->

- content/uploads/2019/02/Capitulo-3-Diagnóstico-FASE-I.pdf (accessed May 06, 2022).
- [23] T. van Laake, M. F. Ramírez, and P. C. Peña, *Principios técnicos para la implementación de infraestructura ciclo-inclusiva en Panamá*. 2020. Accessed: Apr. 26, 2022. [Online]. Available: <https://panamaenbici.com/archivos/guia-ciclo-inclusion.pdf>
- [24] J. Deffner, T. Ziel, T. Hefter, and C. E. Rudolph, "Handbook on cycling inclusive planning and promotion," p. 218, 2012, [Online]. Available: <http://www.mobile2020.eu/get-trained/handbook.html>
- [25] J. F. Teixeira, H. Rocha, and A. Couto, "Intermodal mobility: A psychometric and behavioural analysis of public transport users in Porto Metropolitan Area," *Travel Behav. Soc.*, vol. 40, p. 101027, Jul. 2025, doi: 10.1016/J.TBS.2025.101027.
- [26] L. Beale, "Using spatial analysis to measure city accessibility by intersection density," *ArcGIS Blog*, Aug. 16, 2012. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-desktop/analytics/using-spatial-analysis-to-measure-city-accessibility-by-intersection-density> (accessed Oct. 31, 2025).
- [27] G. Mecredy, W. Pickett, and I. Janssen, "Street Connectivity is Negatively Associated with Physical Activity in Canadian Youth," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 8, no. 8, p. 3333, Aug. 2011, doi: 10.3390/IJERPH8083333.

Fecha de recepción: 28 de septiembre de 2025

Fecha de aceptación: 28 de diciembre de 2025

Un instrumento de apoyo para la selección de terrenos destinados para residenciales de adultos mayores: caso San Miguelito

Emily Michelle Jaén Wever^{1a}, Jorge Isaac Perén Montero^{1,2b}

¹ Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

² Sustainable Building and City Research Group – SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

^{1a} emily-m.jaen@up.ac.pa ; ^{1,2b} jip@jorgeisaacperen.com

^{1a}0009-0002-0453-6091, ^{1,2b}0000-0003-4762-9255

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7426.9377>

Resumen: Este artículo desarrolla un instrumento de evaluación (EEUPAM) para la selección de terrenos destinados a residenciales de adultos mayores en Panamá, tomando como caso de estudio el distrito de San Miguelito. Existe un acelerado envejecimiento poblacional y una insuficiente infraestructura geriátrica en Panamá. Mediante criterios ponderados como proximidad a servicios médicos, accesibilidad e integración social urbana, se evalúan seis terrenos, identificándose el más viable para un proyecto residencial inclusivo. La propuesta busca orientar la planificación urbana-geriátrica en contextos de alta densidad y vulnerabilidad social.

Palabras claves: Accesibilidad, adulto mayor, envejecimiento poblacional, infraestructura geriátrica, San Miguelito, selección de terrenos.

Abstract: This article develops an assessment tool (EEUPAM) for the selection of land intended for senior residential areas in Panama, taking the district of San Miguelito as a case study. Panama is experiencing rapid population aging and insufficient geriatric infrastructure. Using weighted criteria such as proximity to medical services, accessibility, and urban social integration, six plots of land are evaluated, identifying the most viable one for an inclusive residential project. The proposal aims to guide urban-geriatric planning in contexts of high density and social vulnerability.

Keywords: Accessibility, older adults, population aging, geriatric infrastructure, San Miguelito, land selection.

1. Introducción

En Panamá, la población está envejeciendo cada vez más. Según cifras de la Contraloría General de la República, los adultos mayores (personas de 60 años o más) representan actualmente aproximadamente el 15% de la población [1]. La Figura 1 presenta la evolución del crecimiento poblacional de las personas adultas mayores, desagregada por género, en la República de Panamá desde 1980 hasta la proyección al año 2050 [2]. De acuerdo con los datos, se estima que para dicho

año la población adulta mayor superará el millón de habitantes a nivel nacional, registrándose una mayor proporción de mujeres, quienes alcanzarían aproximadamente 716 000 personas.

Este fenómeno responde a múltiples factores, entre los cuales destaca la tasa de natalidad panameña (indicador demográfico que mide el número de nacimientos vivos registrados en un año). Actualmente, la pirámide poblacional

Proyección de 60 años y más en la república de Panamá según sexo para el 1 de julio 1980-2050

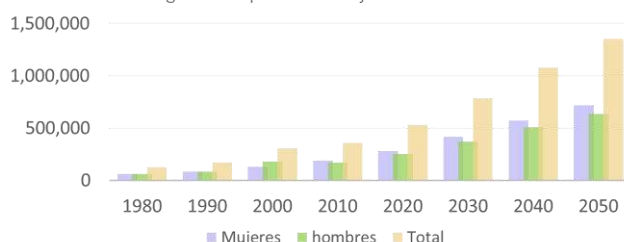


Figura 1 Evolución y proyección del incremento de la población adulta mayor en la República de Panamá.

Tasa bruta de Natalidad en Panamá, años 2015 a 2022

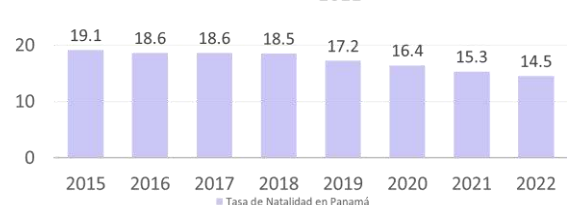


Figura 2 Tendencia decreciente de la tasa de natalidad en Panamá y su impacto en la reducción progresiva de la población joven.

de Panamá se mantiene relativamente estable; no obstante, para asegurar el reemplazo generacional se requiere una tasa de fecundidad promedio de al menos 2,1 hijos por mujer[3]. Sin embargo, las estadísticas disponibles (véase Figura 2) evidencian un descenso sostenido de la natalidad, registrando una reducción acumulada del 4,6% [4].

La Figura 2 muestra el comportamiento decreciente de la tasa bruta de natalidad en Panamá entre los años 2015 y 2022, periodo en el cual dicho indicador disminuyó de 19,1 a 14,5 nacimientos por cada 1 000 habitantes, lo que confirma una tendencia demográfica regresiva en el corto plazo.

Con el objetivo de evidenciar las consecuencias de la disminución sostenida de la tasa de natalidad, la Figura 3 presenta la comparación porcentual de la población menor de 14 años y adulta mayor de 60 años en Panamá, desde 1980

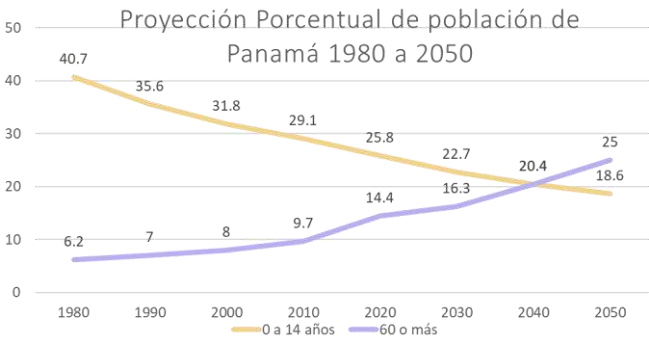


Figura 3 Evolución y proyección comparativa de la población infantil y adulta mayor en Panamá, mostrando el punto de convergencia entre ambos grupos etarios y la posterior inversión de la estructura poblacional hacia 2050.

hasta la proyección al año 2050. Los resultados muestran que ambos grupos etarios no solo tienden a igualarse en un punto del periodo analizado, sino que posteriormente la población adulta mayor supera a la población infantil, alcanzando

aproximadamente el 25% del total nacional, mientras que la población joven se reduce a cerca del 18,6%. Este comportamiento confirma una inversión progresiva de la estructura etaria, con implicaciones directas para la sostenibilidad social, los sistemas de cuidado y la planificación urbana.

Este proceso ya manifiesta consecuencias concretas en la actualidad. En Panamá, el aumento sostenido de los casos de abandono de personas adultas mayores ha obligado a determinados hospitales a asumir funciones de atención prolongada que exceden su rol asistencial original [5]. Entre enero y octubre de 2020 se registraron 199 casos

[6], evidenciando una presión creciente sobre el sistema de salud y la insuficiencia de la infraestructura social y sanitaria existente para responder al envejecimiento poblacional.

1.1 San Miguelito como caso de estudio

Panamá cuenta actualmente con una población total de 4,064,780 habitantes, de los cuales aproximadamente el 15% corresponde a personas adultas mayores, lo que representa un total de 563,641 individuos a lo largo de la república de Panamá [1].

La Figura 4 muestra la distribución porcentual de la población adulta mayor por provincia en la República de Panamá. En ella se identifica que las mayores concentraciones de este grupo etario se localizan en la provincia de Panamá (con un 14.09%) y Panamá Oeste (con un 12.18%), ambas situadas en la región centro-este del territorio nacional, así como en la provincia de Chiriquí (con un 11.70%), ubicada en el extremo sur del país, así identificando las provincias con mayor presencia de adultos mayores.

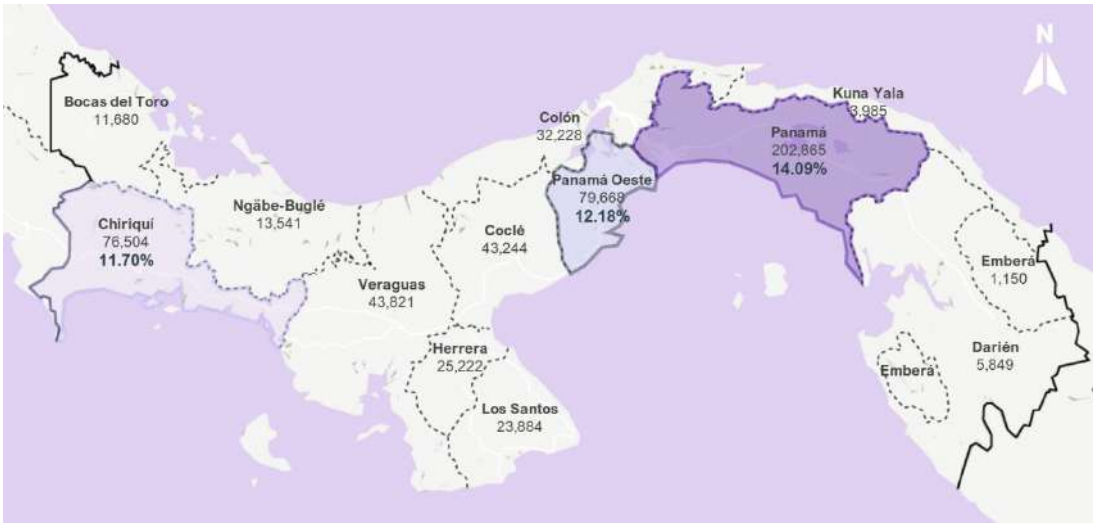


Figura 4 Mapa de la República de Panamá que ilustra la distribución porcentual de la población adulta mayor por provincia, destacando aquellas con mayor concentración de personas de la tercera edad.

Por su parte, el distrito de San Miguelito (véase Figura 5) se posiciona como el tercer distrito más poblado de la República de Panamá y se distingue por presentar un porcentaje significativo de población adulta mayor.

La Figura 5 muestra la distribución porcentual de este grupo etario en los seis distritos de la provincia de Panamá, representada mediante una escala cromática. A partir de esta lectura, se identifica que los distritos con mayor proporción de adultos mayores son Taboga, con un 30%, y San Miguelito, con un 13%, localizados hacia el oeste y suroeste de la provincia de Panamá, respectivamente.

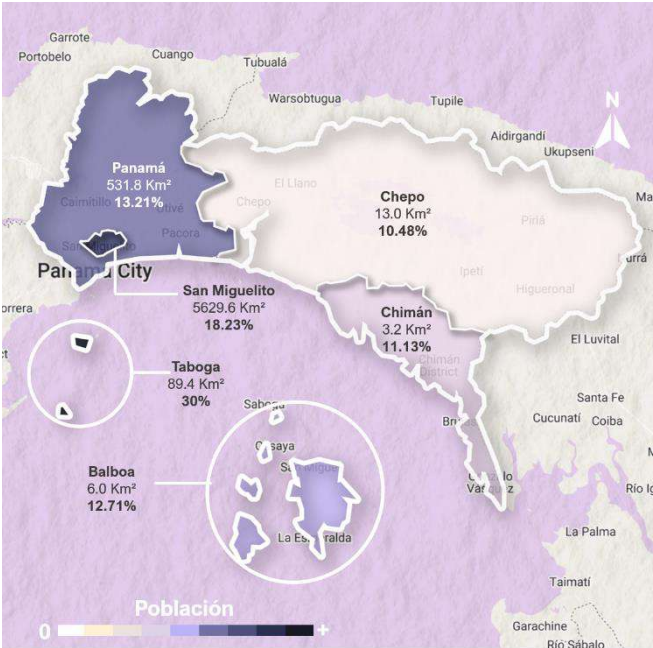


Figura 5 Mapa de los distritos dentro de la provincia de Panamá que destaca el porcentaje de adultos mayores por cada distrito

En continuidad con el análisis del distrito de San Miguelito, la Figura 6 compara la evolución de la población entre los años 1990 y 2023, diferenciando entre jóvenes menores de 14 años y personas adultas mayores.

Los resultados evidencian que, para el año 2023, ambos grupos etarios presentan cantidades similares en el distrito, con una diferencia aproximada de apenas 5,000 personas. Este comportamiento demográfico complementa la comparación previamente expuesta a nivel nacional (véase Figura 3), demostrando que la tendencia observada en el país se reproduce en San Miguelito de forma equivalente o incluso más acelerada. Lo anterior refuerza la pertinencia del distrito como caso de estudio para el desarrollo de la investigación y la posterior propuesta arquitectónica. En síntesis, San Miguelito presenta un envejecimiento poblacional significativo en un

contexto de alta densidad urbana, consolidándose como un territorio clave para el análisis demográfico del estudio.

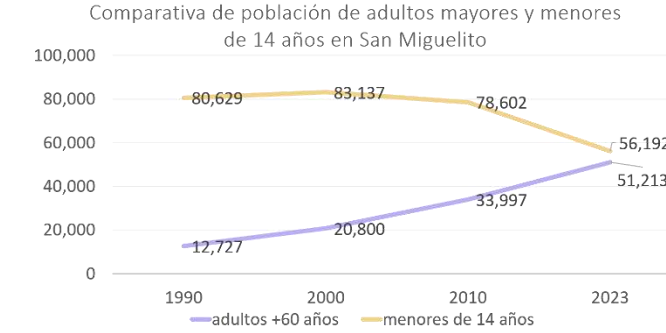


Figura 6 Tabla comparativa que muestra la convergencia entre la población joven y adulta mayor en el distrito de San Miguelito.

2. Insuficiencia de infraestructura geriátrica en Panamá

Actualmente, en Panamá existen únicamente cuatro centros formales para la atención residencial de personas adultas mayores reconocidos por el Ministerio de Desarrollo Social, de los cuales tres son de gestión privada y corresponden a viviendas residenciales adaptadas para este uso [7].

Esta situación pone en evidencia una profunda insuficiencia de infraestructura geriátrica especializada, así como la ausencia de espacios concebidos desde su origen para responder a las necesidades físicas, cognitivas y sociales de este grupo poblacional en condición de vulnerabilidad. En este contexto, la presente investigación se fundamenta en la formulación de criterios técnicos para la adecuada selección de terrenos destinados a residencias geriátricas especializadas, con el objetivo de contribuir a una planificación territorial que garantice condiciones óptimas de accesibilidad y responda de manera efectiva a las demandas actuales y futuras del envejecimiento poblacional.

2.1 Los guetos geriátricos y las necesidades de la 3era edad

Los "guetos geriátricos" (también llamados enclaves o barrios de ancianos) se refieren a áreas geográficas donde se concentra una población mayor de 65 años de manera significativa, a menudo debido a procesos de segregación residencial por edad [8]. Estas zonas pueden ser tanto urbanas como rurales y suelen caracterizarse por una alta homogeneidad etaria, lo que limita la interacción intergeneracional y afecta la provisión de servicios [9].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que la segregación espacial por edad puede derivar en la formación de estos "guetos geriátricos", donde las personas mayores

"viven aisladas del resto de la sociedad, con escaso acceso a servicios básicos y oportunidades de participación social" [10].

La tercera edad enfrenta síntomas físicos y cognitivos significativos, como enfermedades crónicas (hipertensión, diabetes, artrosis y pérdidas sensoriales) y trastornos mentales, entre los que destacan la demencia, el Alzheimer y la depresión, que afectan a más del 20% de este grupo [10]. Sus necesidades prioritarias incluyen atención sanitaria integrada, seguridad económica, entornos adaptados y la lucha contra la exclusión social y la soledad [11]. Precisamente, la exclusión social es la principal problemática, ya que propicia un aumento de trastornos neuropsiquiátricos. Además, uno de cada diez adultos mayores sufre algún tipo de maltrato físico, psicológico, económico o por abandono, lo que resulta en una grave pérdida de su dignidad y respeto.

En este escenario, resulta pertinente cuestionar ¿cómo seleccionar de manera adecuada los terrenos destinados a la población adulta mayor? Sobre todo, incorporando variables asociadas a la exclusión social generada por una planificación deficiente, así como a los síntomas y necesidades propias de este grupo etario.

Se realizó una revisión exploratoria de la literatura científica en bases de datos académicas de alto impacto, como ScienceDirect, Google Scholar, entre otras, con el propósito de identificar definiciones, marcos teóricos y enfoques conceptuales relevantes para responder a la pregunta de investigación planteada. La selección de fuentes priorizó publicaciones en revistas indexadas internacionales y aportes teóricos directamente relacionados con el estudio del hábitat y la infraestructura destinada a la población adulta mayor.

Entre los conceptos recurrentes identificados en la literatura revisada se encuentra el de **envejecimiento activo**, entendido como uno de los enfoques centrales en el estudio contemporáneo del envejecimiento. Según la OMS, este concepto redefine la vejez como una etapa de oportunidades [12]. Este se centra en optimizar las oportunidades de salud, participación y seguridad para mejorar la calidad de vida de las personas mayores. Va más allá de la actividad física e incluye una participación continua y plena en los ámbitos social, económico, cultural, espiritual y cívico, tanto de manera individual como colectiva [13]. Conocer este enfoque es prioritario porque permite identificar los factores clave para un envejecimiento exitoso: la participación activa en la sociedad, el aprendizaje a lo largo de toda la vida y la garantía de seguridad [14]. Si nosotros garantizamos que en un entorno encontremos factores como salud (física y mental), participación en la sociedad, aprendizaje durante toda la vida y seguridad obtendremos el bienestar físico y social que es justamente lo que promueve este concepto.

De igual forma, otro concepto de suma importancia y más cercano a lo que se busca desde el enfoque arquitectónico es el de espacios intergeneracionales. La organización estadounidense líder en la promoción de políticas y programas intergeneracionales Generations united define este término como "Espacios que brindan oportunidades para que personas jóvenes y mayores no emparentadas interactúen entre sí, generalmente en un lugar que atiende a jóvenes o adultos mayores"[15]. Este presenta beneficios cruciales para la tercera edad a través de la arquitectura, combate la soledad y el aislamiento social al fomentar la interacción mediante espacios comunes y áreas exteriores diseñadas para ese fin [16]. Estos entornos promueven un sentido de propósito y apoyo mutuo, mejorando el bienestar. Además, al integrar servicios e intercambios dentro de la comunidad, puede mejorar la salud y reducir costos de atención. La arquitectura que facilita esta convivencia crea comunidades más saludables, accesibles y sostenibles para todos [14].

En este contexto, los siete principios del diseño universal se presentan como un referente clave para orientar el diseño de espacios inclusivos. Para garantizar que encontremos envejecimiento activo tenemos que tener presente el diseño universal que se define como "el diseño de productos y entornos para que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación o diseño especializado" [17] que son: Equitativo (útil para diversas capacidades), Flexible (se adapta a preferencias), Simple e intuitivo (fácil de entender), Información perceptible (comunica efectivamente), Tolerancia al error (minimiza riesgos), Bajo esfuerzo físico (uso eficiente y cómodo), y Tamaño y espacio (adecuado para cualquier cuerpo y movilidad) [18]. En conjunto, garantizan que el diseño sea accesible, seguro y funcional para todos los usuarios así logrando espacios intergeneracionales que favorecen las necesidades de los adultos mayores y la comunidad en general [15].

2.2 Estrategias internacionales y conceptos para el diseño de residencias de adultos mayores

Las residencias para personas adultas mayores se conciben como espacios destinados a responder de manera integral a sus necesidades físicas, emocionales y sociales, garantizando condiciones de accesibilidad, seguridad y autonomía. En este sentido, el diseño inclusivo aplicado a la arquitectura geriátrica permite la creación de entornos adaptados que favorecen el bienestar y facilitan el desarrollo de las actividades cotidianas [19]. Asimismo, la arquitectura de las residencias geriátricas influye directamente en el bienestar emocional y social de sus usuarios a través de factores como la adecuada distribución espacial, la incorporación de iluminación natural y el vínculo con la naturaleza [18], contribuyendo a mejorar la satisfacción

residencial y la calidad de vida. Desde una perspectiva internacional, la literatura especializada identifica diversas estrategias arquitectónicas basadas en principios como el diseño universal, orientadas a promover un envejecimiento activo, entre las que destacan:

1. **Modelos intergeneracionales:** Edificios que integran a adultos mayores independientes y jóvenes, quienes ofrecen servicios comunitarios a cambio de un alquiler reducido. Esta fórmula fomenta la cohesión social y previene la exclusión generacional [14], [20].
2. **Viviendas para toda la vida (Lifetime Homes):** Diseños que anticipan las necesidades de la vejez, siendo seguras, cómodas y accesibles desde el inicio. Pequeñas adaptaciones eliminan barreras arquitectónicas, evitando futuras discriminaciones [21].
3. **Cohousing senior:** Un modelo colaborativo originado en Dinamarca que combina viviendas privadas con amplios espacios comunes. Fomenta una comunidad solidaria, combate la soledad y permite a los residentes mantener su independencia y privacidad, mientras gozan de apoyo mutuo [22], [23], [24].

El objetivo común de estos modelos es garantizar la **reintegración social** y transformar la percepción negativa de "abandono" asociada a las residencias.

En el contexto panameño, predominan tres tipos de establecimientos destinados a la atención residencial de la población adulta mayor: (1) ONG/Subsidiados: Gestionados por organizaciones no gubernamentales con apoyo estatal o donaciones; (2) Hogares municipales: Administrados y financiados por gobiernos locales; (3) Privados: Operados por empresas con fines de lucro [25]. Aunque suelen cumplir parámetros legales, como los informes nacionales y planes estratégicos, para mejorar la atención en Panamá [26], generalmente no implementan estrategias con sólido respaldo científico para superar el estigma de segregación.

El análisis internacional revela modelos exitosos para transformar el enfoque residencial. Por lo tanto, la pregunta central es: ¿cómo podemos crear herramientas concretas que, adaptadas al contexto panameño, mejoren la integración social de los adultos mayores y minimicen su segregación?

3. Metodología

3.1 Etapa 1: desarrollo del instrumento Evaluación de Entornos Urbanos Para Adultos Mayores (EEUPAM)

Con el fin de orientar la selección adecuada de terrenos destinados a residencias para personas adultas mayores, se establecerá un conjunto de criterios objetivos enfocados en promover la integración social y reducir los procesos de

segregación, facilitando a los profesionales la identificación de ubicaciones óptimas adaptadas al contexto panameño. Estos criterios se derivan de una revisión de las necesidades específicas de la población adulta mayor e integran dimensiones clave como la accesibilidad universal, la seguridad peatonal, la conectividad con servicios y equipamientos urbanos, la disponibilidad de espacios públicos de calidad y el potencial para el encuentro social intergeneracional.

Para asegurar una evaluación sistemática y objetiva, dichos criterios serán organizados mediante una matriz de ponderación, sustentada en un marco normativo dual que articula regulaciones nacionales como: SENADIS, NFPA 101 y el Reglamento de Edificación Sostenible (RES) con estándares y lineamientos internacionales respaldados por evidencia científica, tales como los propuestos por Generations United y The Center for Health Design. Esta estructura permite jerarquizar los criterios considerando tanto el cumplimiento legal como la adopción de buenas prácticas globales.

A partir de este esquema se desarrollará el instrumento EEUPAM, concebido como una tabla de evaluación cuantitativa que asigna valores porcentuales a cada criterio, permitiendo el análisis comparativo de distintos terrenos o entornos urbanos. Su aplicación generará una calificación final acompañada de un perfil detallado que identifica fortalezas y debilidades, proporcionando una base técnica sólida para la selección de sitios idóneos para el desarrollo de proyectos residenciales inclusivos.

3.2 Etapa 2: implementación del instrumento EEUPAM para selección de diversos terrenos

En una segunda etapa del estudio, y tomando como caso de análisis el distrito de San Miguelito, se procederá a la identificación de un máximo de seis (6) terrenos que cumplan con los criterios generales de selección previamente establecidos. Estos terrenos serán preseleccionados en función de su potencial para albergar un proyecto residencial destinado a la población adulta mayor y, posteriormente, serán evaluados de manera sistemática mediante la aplicación del instrumento EEUPAM.

La evaluación se llevará a cabo a través de una tabla de valoración cuantitativa que asigna porcentajes claros a cada criterio, de acuerdo con su nivel de relevancia previamente definido. El proceso contempla un doble nivel de análisis: en primer lugar, una lectura general del contexto urbano y territorial del distrito de San Miguelito y, en segundo lugar, una evaluación detallada y comparativa de cada terreno de forma individual. La aplicación rigurosa de la matriz de ponderación permitirá obtener una calificación objetiva para cada ubicación, facilitando la comparación entre alternativas y la selección del sitio más adecuado.

4. Resultados

4.1 Instrumento EEUPAM

A partir del análisis previo, los seis criterios considerados para la selección de terrenos destinados a residencias de adultos mayores son los siguientes:

- 1. **Proximidad a servicios médicos:** El terreno debe estar cerca de hospitales o clínicas especializadas, garantizando atención rápida en urgencias y complementando los servicios internos de la residencia [10], [16], [18], [25], [26], [27], [28].
- 2. **Cercanía a comercios y zonas céntricas:** Evaluar la proximidad a comercios de mediana densidad y zonas concurridas, espacios públicos de socialización fomentando la integración social, económica y cultural de los residentes mediante su inclusión en entornos activos [7], [18], [26].
- 3. **Accesibilidad:** El terreno debe contar con aceras amplias, rampas y superficies seguras que permitan una movilidad cómoda y autónoma para personas mayores y visitantes. Se recomienda evitar zonas con humedad o riesgo de inundación [10], [14], [15], [16], [18], [26], [29], [30].
- 4. **Integración social en tejido urbano activo:** El lote debe insertarse en un tejido urbano activo, con diversidad etaria, para evitar la segregación de personas mayores. Su

- 6. **Conectividad:** En la elección del lote se deberá evaluar la cercanía a vías principales y secundarias, así como a infraestructura de transporte público (paradas de bus, metro), a fin de garantizar un acceso eficiente para visitantes, personal y servicios de emergencia [18], [28], [29], [30].

Estos criterios serán utilizados para ponderar cada uno de los terrenos evaluados. Como se muestra en la Tabla 1, los criterios de selección se presentan junto con la ponderación sugerida y están organizados de izquierda a derecha según su relevancia. La proximidad a servicios médicos constituye el criterio de mayor prioridad, seguida de otros factores significativos como la cercanía a comercios y zonas céntricas, la accesibilidad y la integración social dentro del tejido urbano activo. Criterios de menor relevancia, como la calidad ambiental y la conectividad, se ubican al final de la tabla. Esta estructura permitirá que la calificación de cada terreno refleje jerárquicamente la importancia de cada criterio, priorizando el bienestar y la calidad de vida de los adultos mayores.

4.2 Diagnóstico del entorno: San Miguelito

Se llevará a cabo un análisis del distrito de San Miguelito con el objetivo de identificar, de acuerdo con los criterios previamente establecidos, seis terrenos potenciales para el desarrollo de un residencial destinado a la población adulta

Tabla 1 Descripción de los criterios de evaluación del terreno con su respectivo puntaje, a ser empleado en el instrumento EEUPAM

Criterios de evaluación del terreno						
	Proximidad a servicios médicos	Cercanía a comercios y zonas céntricas	Accesibilidad	Integración social en tejido urbano activo	Calidad Ambiental	Conectividad
Malo (1-3pts)	+15 min a centro médicos sin urgencias.	Zona dispersa, sin parques ni servicios básicos..	Aceras malas, pendientes extremas o zona inundable.	Aislamiento o baja actividad comunitaria.	Ruidoso, con tráfico, industrias cercanas, aire sucio y sin áreas verdes.	Sin acceso a vías principales ni transporte.
Poco (4-6pts)	10–15 min, atención básica.	Pocos servicios y baja diversidad de actividades.	Caminabilidad limitada o con obstáculos.	Poca mezcla generacional.	Ruido moderado, escasa vegetación y calidad del aire regular.	Calles secundarias con poco transporte.
Eficiente (7-8pts)	6–10 min a urgencias funcionales.	Servicios básicos, parques, comercios, escuelas a 400 m.	Aceras cómodas, pendiente suave, sin riesgos.	Comunidad activa con cierta interacción.	Tráfico bajo, algo de verde y aire limpio.	Buena conexión vial y transporte regular.
Muy Eficiente (9-10pts)	-5 min a urgencias 24/7.	Zona céntrica con servicios variados a <400 m.	Topografía suave, aceras amplias y continuas y accesibles sin riesgos de inundación.	Alta interacción, mezcla generacional viva.	Calidad de aire optima, sin ruidos fuertes y zonas verdes parciales.	Cercano a vías principales, metro y o paradasde bus.

- ubicación debe favorecer la interacción intergeneracional y la participación comunitaria desde el entorno y el diseño [16], [18], [26].
- 5. **Calidad Ambiental:** El terreno debe ofrecer baja contaminación auditiva y calidad ambiental evitando zonas cercanas a tráfico intenso, aeropuertos o industrias contaminantes [11], [18], [25], [26], [30].

mayor. Como se puede observar, la Figura 7 presenta el mapa de los nueve corregimientos del distrito de San Miguelito, indicando mediante una escala de colores el porcentaje de población adulta mayor residente en cada uno de ellos. Los corregimientos con mayor concentración de adultos mayores son Mateo Iturralde (22.89%), Amelia Denis de Icaza (20.96%) y Rufina Alfaro (20.91%), ubicados en el límite suroeste y este del distrito, respectivamente. Este mapa permite

identificar las áreas de mayor relevancia para la selección de terrenos, considerando no solo la densidad de adultos mayores, sino también la presencia de población joven, de manera que los futuros proyectos residenciales fomenten entornos intergeneracionales y eviten la segregación de este grupo etario en zonas aisladas.

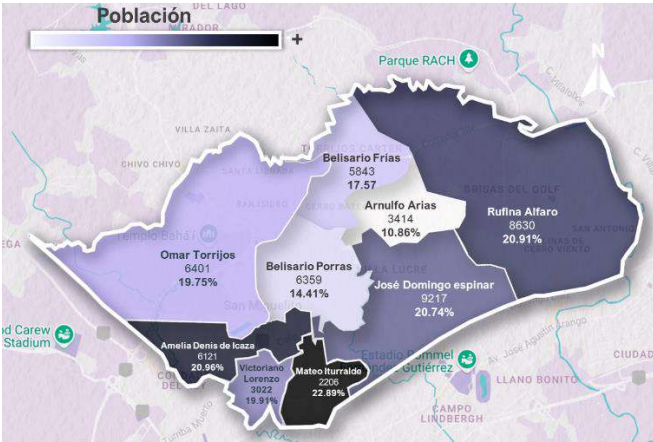


Figura 7 mapa de los corregimientos de san miguelito

Por otro lado, la Figura 8 muestra el mapa de instalaciones médicas en el distrito de San Miguelito. La totalidad de los hospitales de categoría III (2 en total), señalados en color azul, se encuentran localizados en los límites sur y oeste del distrito. Como se observa, estas instalaciones son de alta relevancia para la selección de terrenos, dado que los criterios establecidos enfatizan la necesidad de contar con hospitales de atención 24 horas en proximidad a las residencias de adultos mayores, asegurando así un acceso rápido y continuo a servicios médicos esenciales.

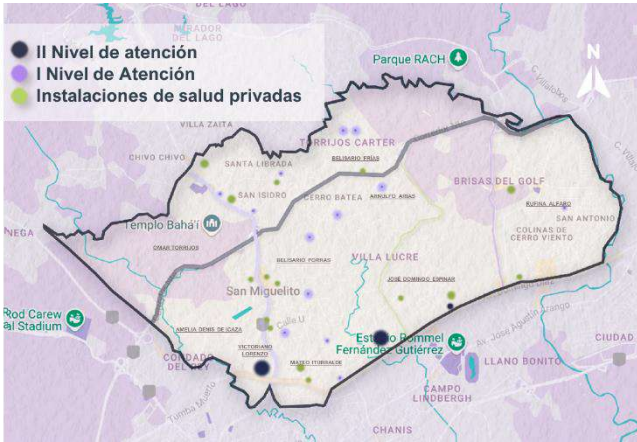


Figura 8 mapa de las Instalaciones médicas en San Miguelito

Como se puede observar, la Figura 9 muestra las principales vías que estructuran y conectan el distrito de San Miguelito. Esta información resulta de especial relevancia, ya que aporta datos aplicables a diversos criterios de evaluación, como la identificación de zonas con mayor exposición a

contaminación auditiva y emisiones vehiculares asociadas a las vías de alto flujo. Al mismo tiempo, permite analizar la posibilidad de seleccionar ubicaciones cercanas a estas arterias principales que faciliten el acceso a la residencia, sin comprometer las condiciones de bienestar de la población adulta mayor.

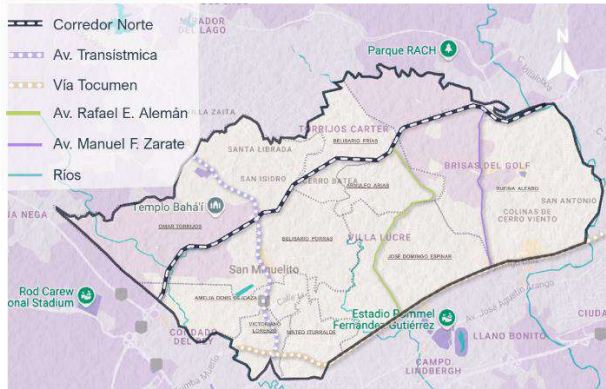


Figura 9 mapa de calles principales dentro del distrito de San Miguelito

La Figura 10 presenta las principales líneas del Metro que conectan el distrito de San Miguelito, junto con la localización de sus respectivas estaciones. La Línea 1 del Metro se extiende a lo largo del límite oeste del distrito, mientras que la Línea 2 recorre el límite sur, proporcionando información clave sobre la conectividad del territorio. Estos datos resultan relevantes para la evaluación de los terrenos seleccionados, ya que, como se evidenció en el análisis previo, una adecuada conectividad facilita el acceso de familiares, personal y usuarios, favoreciendo la integración comunitaria de la población adulta mayor y mejorando la accesibilidad general a la residencia

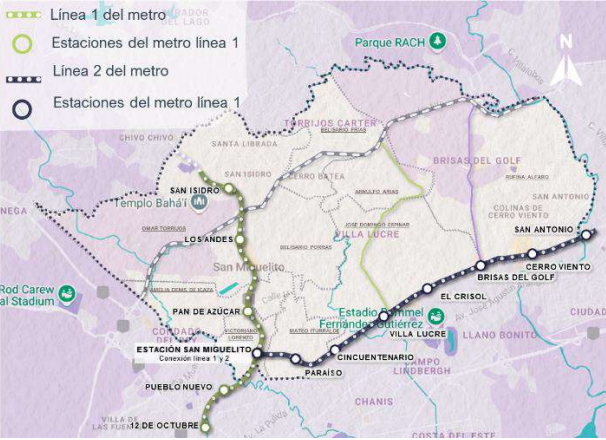


Figura 10 mapa de líneas 1 y 2 del metro de Panamá

4.3 Selección de Terrenos

En continuidad con el proceso de selección de terrenos posterior al análisis distrital, la Figura 11 muestra el mapa con la ubicación de cada uno de los terrenos seleccionados. Se observa que la mayoría de estos predios se localizan hacia el

límite sur del distrito de San Miguelito, área que concentra condiciones territoriales favorables de acuerdo con los criterios previamente establecidos.

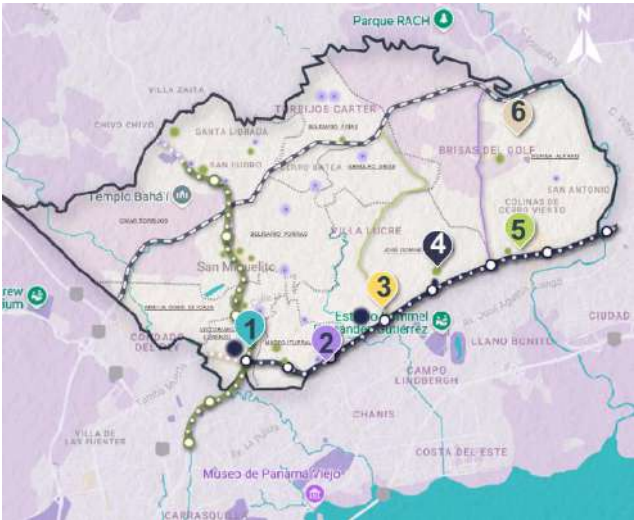


Figura 11 mapa de la ubicación de los terrenos seleccionados.

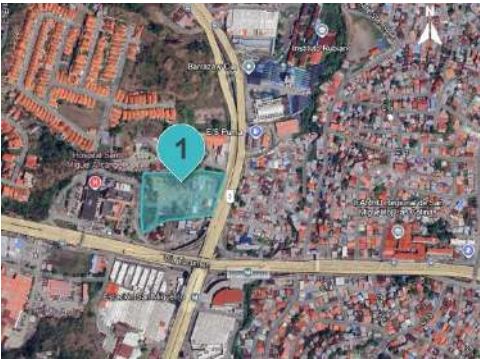


Figura 12 Terreno 1: Victoriano Lorenzo en la Av. Boyd Roosevelt.

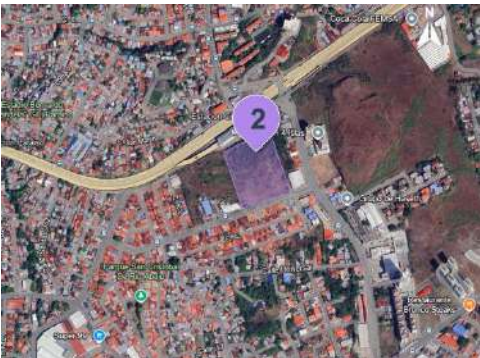


Figura 13 Terreno 2; Mateo Iturralde en la vía Tocumen.



Figura 14 propuesta de terreno 3, corregimiento José Domingo Espinar colindando con Av. Rafael E. Alemán



Figura 15 Terreno 4: José D. Espinar en Av. Gelo Cordova.



Figura 16 Terreno 5: Rufina Alfaro en Av. principal de Cerro Viento.



Figura 17 Terreno 6: Rufina Alfaro en calle 33 Occidente.

4.4 Utilización del instrumento EEUPAM

Finalmente, la Tabla 2 presenta la aplicación del instrumento EEUPAM, incorporando los criterios de selección y sus respectivos porcentajes de ponderación para la evaluación de cada uno de los terrenos analizados. Los criterios se encuentran jerarquizados de izquierda a derecha, con una ponderación total equivalente al 100%, donde la proximidad a servicios médicos constituye el factor de mayor relevancia (25%), seguida de la cercanía a comercios y zonas céntricas (20%). En contraste, criterios como la calidad ambiental (13%) y la conectividad (10%) presentan una ponderación menor dentro del modelo de evaluación. Como resultado del análisis, el Terreno 4 (véase Figura 15) obtuvo la calificación más alta, con un 87.2%, posicionándose como la alternativa más favorable. La jerarquización porcentual de los criterios permite priorizar aquellos factores de mayor impacto en el bienestar de la población adulta mayor, de modo que el puntaje final, resultante de la suma ponderada, identifica el terreno que presenta mejores condiciones para el desarrollo de una residencia geriátrica inclusiva y funcional.

Tabla 2 Instrumento de evaluación EEUPAM para seleccionar el terreno adecuado.							
TERRENOS	Criterios de evaluación del terreno						TOTAL
	Proximidad a servicios médicos	Cercanía a comercios y zonas céntricas	Accesibilidad	Integración social basada en la huella urbana	Calidad Ambiental	Conectividad	
	24%	20%	20%	13%	13%	10%	
Terreno 1	10	10	4	4	2	7	66.6%
Terreno 2	8	8	3	8	2	7	61.2%
Terreno 3	10	10	5	7	8	10	83.5%
Terreno 4	8	7	9	10	10	10	87.2%
Terreno 5	6	10	8	6	6	8	74%
Terreno 6	4	7	5	8	7	7	60.1%

5. Discusiones

5.1 limitaciones y dificultades

Durante el proceso de investigación se identificó la falta de información local detallada sobre las necesidades reales de la población adulta mayor, la escasez de modelos nacionales de referencia y las restricciones económicas. Para enfrentar estas dificultades, se adaptaron al contexto panameño datos de referencias internacionales, mediante análisis comparativos, priorizando aquellos estudios con mayor calidad técnica. Asimismo, se considera relevante gestionar el apoyo de instituciones públicas y privadas interesadas en la aplicación del instrumento EEUPAM.

5.2 Importancia del diseño arquitectónico y urbano para la población adulta mayor

El estudio destaca que la atención a la población adulta mayor no debe abordarse únicamente desde una escala urbana,

sino también desde el diseño arquitectónico. En este sentido, se plantea la continuidad del trabajo mediante el desarrollo de herramientas que faciliten, en el contexto panameño, tanto la selección adecuada del emplazamiento como el diseño integral de residencias para adultos mayores. Este enfoque busca mejorar la calidad de vida, reducir la segregación y responder de manera más efectiva a los cambios demográficos actuales y futuros del país.

6. Conclusiones

Las principales conclusiones de este estudio son:

- Los resultados demográficos confirman que Panamá atraviesa un proceso acelerado de envejecimiento poblacional. La población adulta mayor superará el millón de personas y alcanzará aproximadamente el 25% del total nacional, mientras que la población menor de 14 años continúa disminuyendo, evidenciando una inversión progresiva de la pirámide poblacional.
- La tasa bruta de natalidad muestra un descenso sostenido, al pasar de 19.1 a 14.5 nacimientos por cada 1 000 habitantes en un periodo de siete años, lo que refuerza la reducción futura de la población joven y aumenta la presión sobre los sistemas de atención dirigidos a la tercera edad.
- El distrito de San Miguelito se identifica como un territorio prioritario de intervención, ya que para el año 2023 presentó cantidades casi equivalentes de población adulta mayor y de menores de 14 años, con una diferencia aproximada de 5 000 personas, situación que refleja un cambio demográfico significativo a escala distrital.
- El instrumento EEUPAM es una herramienta de apoyo a la selección de terrenos para residencias de adultos mayores. La aplicación del EEUPAM con los criterios de selección permitió identificar el Terreno 4, localizado en el corregimiento José Domingo Espinar, colindando con la Av. Gelo Cordova, como la opción más eficiente, al obtener una evaluación del 87.2%, resultado de su adecuada proximidad a servicios médicos y su integración con el entorno urbano. Dicho terreno es un sitio viable y adecuado para la construcción de un residencial destinado a la población adulta mayor en San Miguelito.

7. Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Arletty Pinel por su orientación académica y por las sugerencias sobre el enfoque del proceso investigativo y a la empresa JIP Plus Arquitectura, Urbanismo e Ingeniería por el apoyo en el desarrollo de este estudio.

8. Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Censo, “INDICADORES DE POBLACIÓN .” Accessed: Jan. 14, 2026. [Online]. Available: <https://www.inec.gob.pa/DASHBOARDS/Censos/Poblacion>
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Censo, “Envejecimiento Demográfico en Panamá Período 1960-2050,” Panamá, 2015.
- [3] MINISTERIO DE SALUD DE PANAMÁ, “ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD CON ÉNFASIS EN MACRO INDICADORES EN LA REPÚBLICA DE PANAMA,” 2023.
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Censo, “COMENTARIOS SOBRE TASA BRUTA DE NATALIDAD EN PANAMÁ 2018-2022,” 2022.
- [5] Sandry Crespo, “El final del viaje de los adultos mayores panameños,” 2023. Accessed: Jan. 14, 2026. [Online]. Available: <https://www.laestrella.com.pa/vida-y-cultura/cultura/final-viaje-adultos-mayores-panamenos-AFLE485984>
- [6] Ministerio de Seguridad Pública, “BOLETÍN INFORMATIVO MALTRATO AL ADULTO MAYOR,” 2024. Accessed: Jan. 14, 2026. [Online]. Available: https://panama.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/final_estudio_violencia_mujeres_mayores.pdf
- [7] Ministerio de Desarrollo Social, “memoria anual 2023,” 2023. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.mides.gob.pa/wp-content/uploads/2024/01/Memoria2023.pdf?csrt=2881620326851993725>
- [8] S. M. Golant, “The Effects of Residential and Activity Behaviors on Old People’s Environmental Experiences,” *Elderly People and the Environment*, pp. 239–278, 1984, doi: 10.1007/978-1-4899-2171-0_8.
- [9] S. M. Golant, “Conceptualizing Time and Behavior in Environmental Gerontology: A Pair of Old Issues Deserving New Thought,” *Gerontologist*, vol. 43, no. 5, pp. 638–648, Oct. 2003, doi: 10.1093/GERONT/43.5.638.
- [10] Organización Mundial de la Salud, “Ciudades Globales Amigables con los Mayores: Una Guía,” 2007. Accessed: Jan. 14, 2026. [Online]. Available: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/71ab248f-e5b2-4152-9de4-4a375a9116c5/content>
- [11] OMS, “Salud mental de los adultos mayores,” vol. 5, no. 2, pp. e147–e156, Feb. 2025, doi: 10.1016/S2214-109X(17)30006-2.
- [12] Organization health organization, “Active ageing : a policy framework,” Dec. 31, 2002, *World Health Organization*. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://iris.who.int/handle/10665/67215>
- [13] Organizacion Panamericana de la Salud, “Envejecimiento saludable.” Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/envejecimiento-saludable>
- [14] S. García and P. Martí, “Arquitectura intergeneracional y espacio público,” *ARQ (Santiago)*, no. 86, pp. 62–69, Apr. 2014, doi: 10.4067/S0717-69962014000100009.
- [15] Generations united, “healthier lives across generations,” 2024, Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: www.sixhalfdozen.com
- [16] Generations United, “MAKING THE CASE FOR intergenerational programs,” 2024.
- [17] M. F. Story, Mueller James L., and Mace Ronald L., “THE UNIVERSAL DESIGN FILE DESIGNING FOR PEOPLE OF ALL AGES & ABILITIES ,” 1998.
- [18] The Center For Health Design, “Universal Design: Designing for Human Needs,” 2016. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.healthdesign.org/insights->

- solutions/universal-design-designing-human-needs?__cf_chl_tk=oH6BtUEGOz4jHGOc3kTA__poMyL5WYN9xx9N25H5FPY-1768340655-1.0.1.1-o_xdi7kWixXsIAYDB_L37vS4W6Io.NGUOpKCKv aqUOM
- [19] National Institute on Aging, “Establecimientos residenciales, centros de vida asistida y asilos de ancianos.” Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.nia.nih.gov/espanol/asilo-ancianos/establecimientos-residenciales-centros-vida-asistida-asilos-ancianos>
- [20] Alberto Piernas Medina, “El esquema de la vivienda intergeneracional: ¿y si el futuro pasa por vivir con niños, padres y abuelos?” 2025, Accessed: Jan. 18, 2026. [Online]. Available: <https://www.revistaad.es/articulos/esquema-vivienda-intergeneracional-futuro-vivir-ninos-padres-abuelos>
- [21] National Conference of State Legislatures, “Aging in Place: A State Survey of Livability Policies and Practices,” 2011, Accessed: Jan. 18, 2026. [Online]. Available: www.aarp.org/ppi
- [22] THE COHOUSING COMPANY, “Criteria for Senior Cohousing,” 2016. Accessed: Jan. 18, 2026. [Online]. Available: <https://www.cohousingco.com/blog/2016/12/1/criteria-for-senior-cohousing>
- [23] SilverLAC.co, “El Cohousing Senior como alternativa para adultos mayores independientes,” 2023. Accessed: Jan. 18, 2026. [Online]. Available: <https://www.silverlac.co/el-cohousing-senior-como-alternativa-para-adultos-mayores-independientes/>
- [24] Universidad Complutense MADRID, “Un proyecto estudia el envejecimiento saludable en viviendas colaborativas para personas mayores.” Accessed: Jan. 18, 2026. [Online]. Available: <https://www.ucm.es/otri/noticias-cohousing-viviendas-colaborativas>
- [25] Ministerio de desarrollo social, “Manual de procedimientos para la creación,reglamentación,supervisión y cumplimiento de los estandares de calidad en los centros de atencion integral para personas adultos mayores regulados por el instituto nacional de la persona mayor,” 2022. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: https://panama.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/manual_estandares_de_calidad_personas_mayores.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [26] Ministerio de Desarrollo Social, “olitica-Publica-a-favor-de-las-Personas-Mayores-en-Panama-2024-2030,” 2024. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.mides.gob.pa/wp-content/uploads/2024/06/Politica-Publica-a-favor-de-las-Personas-Mayores-en-Panama-2024-2030.pdf>
- [27] Organización Mundial de la Salud - Se reservan todos los derechos, “Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud,” 2015. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241565042>
- [28] NFPA 101: Código de Seguridad Humana, *NFPA 101 Code Development*. 2021. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-101-standard-development/101>
- [29] Secretaría Nacional de Discapacidad de Panamá, “La tercera Edición del Manual de Acceso,” 2015. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.senadis.gob.pa/documentos/recientes/manual-de-acceso.pdf>
- [30] Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, “Reglamento de Edificación Sostenible,” 2023. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29726/96966.pdf>

Fecha de recepción: 28 de noviembre de 2025

Fecha de aceptación: 08 de enero de 2026