

SusBCity



TRANSITABILIDAD PEATONAL EN UN TRECHO DE LA VÍA ESPAÑA CON EDIFICIOS CON ESPACIOS DE TRANSICIÓN: CAÑÓN URBANO ENTRE PLAZA REGENCY Y EL REY

Eneida Sención ^{1a}, Isabel Saavedra ^{1b}, Kiamelys Rivera ^{1c}, Jorge Isaac Perén ^{1,2d}

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

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

^{1a} sencion217.es@gmail.com, ^{1b} isabelsaavedra09@gmail.com, ^{1c} kiamelys10@gmail.com, ^{1,2d} jorge.peren@ac.pa

RESUMEN: Se estudió la peatonalidad en el cañón urbano de la Vía España, en la ciudad de Panamá, comprendido entre el Supermercado Rey, el puente peatonal, Plaza Concordia y Plaza Regency. El análisis de peatonalidad se basó en el modelo lógico de multivariantes. Se realizó con dos cámaras filmando simultáneamente ambos lados del cañón urbano de la Vía España en un período de una hora (de 12:30p.m. a 1:30p.m.) del día 5 de julio de 2018 con el objetivo de cuantificar los trayectos y desviaciones de los peatones. Entre el 60% y el 85% de los peatones caminaron por los espacios de transición o aceras perimetrales a los edificios del sector de la Plaza Regency y del supermercado Rey, respectivamente. En la Plaza Regency los peatones realizan pequeñas desviaciones para caminar dentro del área sombreada (espacio de transición), sin embargo en el sector del supermercado Rey el flujo de peatones tiene un trayecto continuo y bien definido.

PALABRAS CLAVES: Transitabilidad, comodidad del peatón, mapa de actividades, desviaciones, percepción del medio ambiente, ruta de elección, cañón urbano.

ABSTRACT: The walkability was studied in the urban canyon of the Vía España, in Panama City, between the Rey Supermarket, the pedestrian bridge, Plaza Concordia and Plaza Regency. The pedestrian analysis was based on the multivariate logic model. It was carried out with two cameras simultaneously filming both sides of the urban canyon of the Via España in a period of one hour (from 12:30 pm to 1:30 pm) from July 5, 2018 with the aim of quantifying the routes and deviations of pedestrians. 60% of the pedestrians passed through the transition spaces of the Plaza Regency sector and at the Rey supermarket sector, 85% of the pedestrians used the transition spaces of the building. In Plaza Regency, pedestrians make small deviations to walk within the shaded area (transition space), however in the Rey supermarket sector the flow of pedestrians has a continuous and well-defined path.

KEYWORDS: Walkability, pedestrian comfort, activity mapping, deviation, perception of the environment, route choice, urban canyon.

1. INTRODUCCIÓN

Por muchos años se han investigado las afectaciones micro climáticas de la morfología urbana sobre los espacios públicos y, en dichos estudios, se usa el término cañón urbano para referirse a la calle o espacio público de vialidad delimitado por edificios contiguos alrededor [1, 2]. Los estudios recientes indican que el microclima de un cañón urbano se ve ampliamente afectado por el acceso solar y las condiciones de sombra [2]. Los espacios de transición de tipo exterior o de galerías, tienen la ventaja de proveer a los peatones de lugares sombreados, ya que un espacio de transición es una zona multifuncional que conecta las áreas interiores y exteriores de un edificio [3]. Los espacios sombreados y de actividad comercial, son factores que favorecen la vitalidad de una zona [4]. Para un caso de actividades comerciales a ambos lados de la calle, otro estudio apuntó a que la morfología urbana como el cerramiento, la longitud del bloque y las condiciones del

borde fueron fundamentales para crear la percepción de un vecindario transitado [5]. Cada uno de estos factores afecta la vitalidad del lugar y determinan las elecciones de rutas por parte de los peatones [6, 17, 18]. En este mismo estudio se conocen modelos que miden a través del levantamiento de la infraestructura urbana la transitabilidad de un lugar, como el Modelo lógico de multivariantes (*Multivariate logit model*) que rompe la idea tradicional, declarando que el peatón no solo elige una ruta por su distancia sino por los factores físicos como: comercios, vegetación, cerramientos, y factores psicológicos como la seguridad, los vacíos, etc.

Transitabilidad es la relación del peatón con el entorno construido [11]. Esta investigación mapea los flujos de peatones y la transitabilidad en un trecho de la Vía España, comprendido entre el puente peatonal diagonal al supermercado el Rey y la Plaza Regency. Estos últimos

frentes de edificios conforman un cañón urbano interesante de ser evaluado pues el estudio anterior de Alveo et al, 2017 [6] sólo se enfocó en la Plaza Regency. Alveo et al., 2017 realizó mediciones de peatonalidad en la Plaza Regency en dos periodos diferentes: (1) en la mañana del 30 de octubre de 2017 (de 7:30am a 8:20am) y (2) en la tarde del 31 de octubre de 2017 (5:00pm a 5:40pm). En dichos periodos, transitaron 760 y 877 peatones respectivamente, y en ambos más del 55% circularon por el espacio de transición o acera perimetral del edificio de Plaza Regency, próximo a los locales comerciales.

En un clima tropical [13], como el caso de Panamá, se debe prestar atención a la insolación directa y a la infraestructura verde de los espacios urbanos [14]. Algunos estudios resaltan el enfoque sistémico hacia las ciudades inteligentes, compactas y verdes; como parte de un desarrollo urbano planificado [15]. La planificación y el diseño para caminar son cruciales para promover una vida pública saludable, creando barrios, mejorando la vida social y la economía [5].

La cantidad de estudios referentes a la movilidad de peatones es limitado, especialmente en Panamá. En el contexto de desarrollo urbano de la ciudad de Panamá es fundamental desarrollar estudios e investigaciones que proporcionen datos cuantitativos y cualitativos sobre el comportamiento de los peatones en el entorno urbano. Al realizar una revisión de la literatura nacional sobre la peatonalidad se destacan algunos estudios enfocados en el entorno de edificios con espacios de transición [6-8] y otros en intersecciones y cruces de vías [9]. Entre ellos sólo se encontró una investigación cercana a la Plaza Regency realizada por Alveo et al., (2017) [6], en la cual los autores mapearon los trayectos de los peatones en las aceras internas y perimetrales externas de la Plaza Regency.

La zona seleccionada para este estudio cuenta con igual condición de aceras y de edificios con espacios de transición en ambas laterales del cañón urbano de la Vía España. Además, ambas laterales cuentan con similar intensidad de flujo peatonal consecuencia de ser un área con vitalidad urbana. Los resultados de esta investigación, y las condiciones de vitalidad y calidades del entorno urbano podrían futuramente co-relacionarse con los tipos de rutas y desviaciones de los peatones.

Los objetivos específicos de esta investigación son: (a) cuantificar la cantidad de peatones y su respectivo trayecto en un segmento del cañón urbano de la Vía España que comprende las aceras perimetrales del supermercado Rey y de la Plaza Regency, así como la acera paralela a dicha avenida; (b) aumentar el conocimiento general sobre la movilidad peatonal en Panamá; (c) caracterizar la morfología urbana del sitio y los principales factores urbanos y ambientales en dicho cañón urbano.

2. METODOLOGÍA

Para este trabajo se realizó una breve revisión de la literatura, empleando la plataforma Science Direct (www.sciencedirect.com), donde se consultaron artículos científicos sobre transitabilidad urbana publicados en las mejores revistas indexadas.

2.1 Caso de estudio

La Vía España mantiene edificios adosados y presenta amplias servidumbres públicas, de entre 15m y 17m. A lo largo de la vía existe una tendencia de formación de un cañón urbano, el cual también se ocupa por edificios de negocios. Presenta una orientación solar este-oeste por lo cual ambas partes de la vía se ven afectadas por el sol. El segmento de estudio presente se enmarca entre el espacio público del Supermercado Rey de Vía España y el perímetro externo de la Plaza Regency, diseñada por Richard Holzert [16] (Fig. 1).

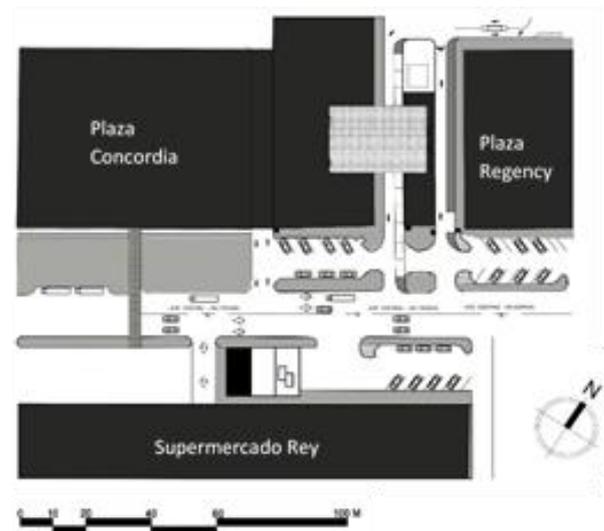


Figura 1. Vista en Planta, actualizada al 2018 de la Plaza Regency y Supermercado Rey.

2.2 Local y hora de las filmaciones

A la altura del puente peatonal de plaza Concordia se ubicaron dos cámaras de videos PC1 y PC2 (Fig. 2, 3,4) que grabaron simultáneamente por un período de una hora, de 12:30p.m. a 1:30p.m. el día 5 de julio de 2018. Este horario se consideró tomando en cuenta las horas de mayor sol. Se contaron las personas que ingresaban o pasan por el campo de visión de las cámaras (Fig. 5).

2.3 Infraestructura urbana

Siguiendo los parámetros del modelo lógico de multivariantes, este proyecto entra en la categoría de desviación débil y de continuación fuerte. Ya que las distancias de elección no sobrepasan los 40m. Se ha realizó la lectura del entorno en un radio de 500m para la mejor descripción del entorno del área estudiada (Ver tabla 1).

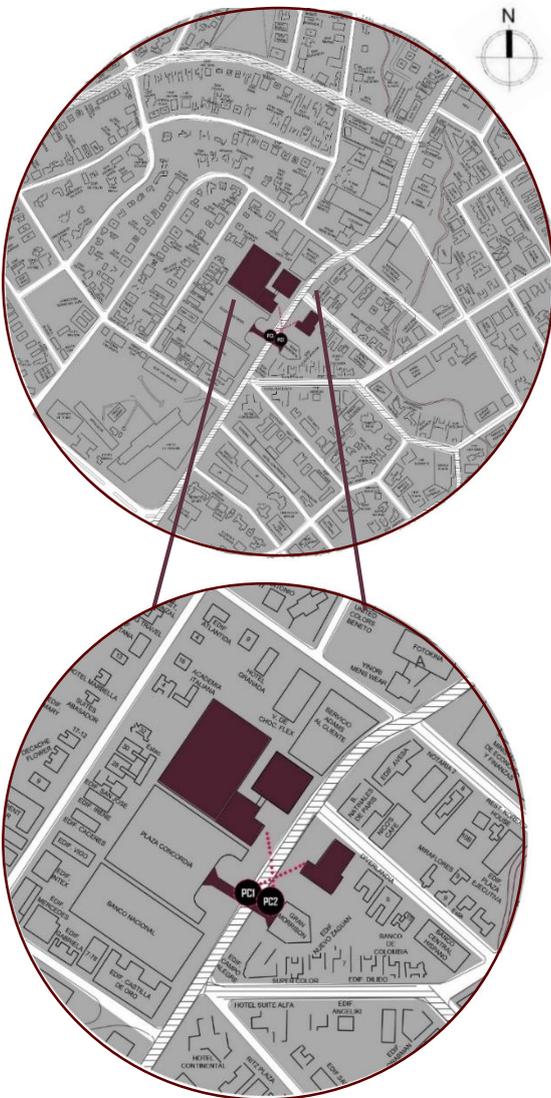


Figura 2. Mapa de Posición del área de estudio y de la posición de las cámaras en el puente peatonal sobre la Vía España



Figura 4. Encuadre y campo de visión de la cámara PC1 para el supermercado Rey y la PC2 para la Plaza Regency.

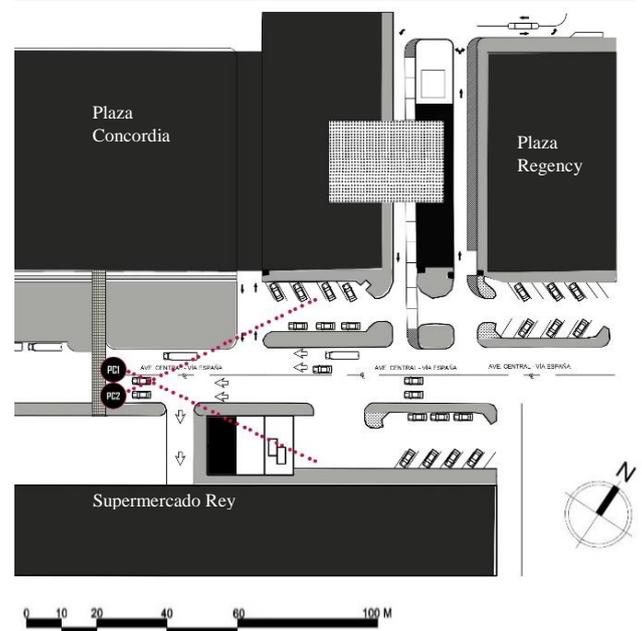


Figura 5. Posición de cámaras en los alrededores de la Plaza Regency y el Supermercado Rey

3. RESULTADOS

3.1. Tendencias de trayectos y desviaciones de peatones

La figura 6 muestra la intensidad y trayecto de los peatones en el cañón urbano de la Vía España seleccionado para este estudio. Dentro del perímetro externo de la Plaza Regency, se observan cuatro (4) tendencias de trayectos: (1) por el espacio de transición, (2) por la parte trasera de los autos estacionados, (3) por las aceras adoquinadas paralelas a la Vía España y (4) cruce de la vía España. (Fig. 6,7). En el Supermercado Rey se observaron 3 tendencias de trayectos: (1) por el espacio de transición, (2) por las aceras adoquinadas paralelas a la Vía España y (3) cruce de la vía España. (Fig. 6,8).

3.1.1 En el sector de la Plaza Regency

En la Plaza Regency 60% de los peatones prefieren caminar en la acera techada (perimetral o espacio de transición del edificio) a pesar de tener que realizar desviaciones débiles; un 25% evita parcialmente estas desviaciones y atraviesan la plaza de estacionamientos; pero solo un 10% utiliza las aceras adoquinadas, de los cuales el 4% lo realizan para cruzar caminando la Vía España.

3.1.2 En el sector del Supermercado Rey

En el Supermercado Rey 85% de los peatones utilizan la acera techada perimetral de dicho edificio (o espacio de transición). El 10% de los peatones caminan por la acera adoquinada, utilizando el eje de salida del puente peatonal; mientras que el 5% cruza la plaza de estacionamiento pues provienen de las aceras adoquinadas para desviarse hacia el espacio de transición del edificio.

3.2 Análisis según el modelo lógico de multivariantes

La actividad comercial con entradas desde planta baja favorece la vitalidad del lugar, la zona en este cañón urbano es muy ocupada por edificios de comercio que se puede apreciar en el uso de suelo (Fig. 9). Las altimetrías de estos edificios se caracterizan de 2 a 4 niveles, que le da una valoración positiva (Fig 10, 11). La movilidad urbana sugiere que el lugar tienda a comportarse de forma lineal (Fig. 12). La presencia de vegetación es escasa y es nula para el Supermercado Rey y este factor se valora negativamente (Fig. 13).

Estas características del sitio dan por resultado dos tendencias: la desviación débil y la continuación fuerte (Tabla 1). Las desviaciones débiles se reconocen en el perímetro de la plaza Regency, debido a la presencia de espacios confortables o de sombras, las personas tienden a realizar una caminata lineal a pesar de ser una distancia corta como se tenía previsto. En el Supermercado Rey se observó de forma concreta que las personas podían tener una marcha continua a lo largo del sitio, según el modelo lógico de multivariantes. A causa de la cantidad de carriles que presenta la zona de estudio las personas están obligadas por seguridad a pasar en los perímetros, y este flujo es cómodo ya que se ofrece un espacio de transición.

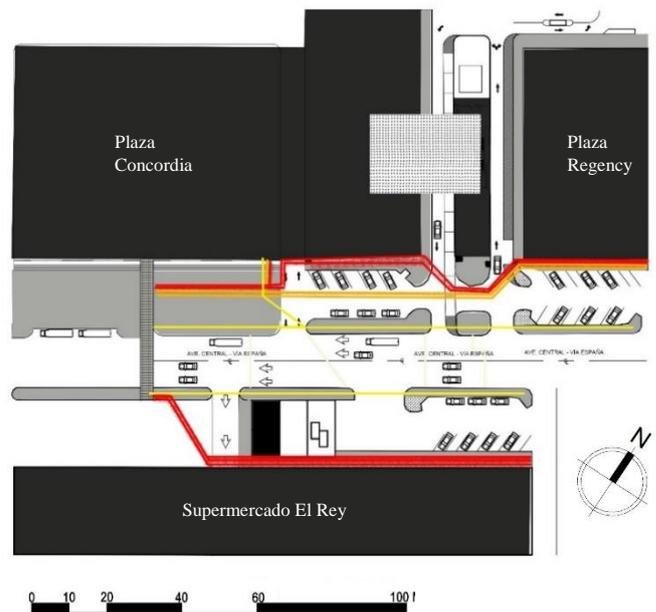


Figura 6. Mapa que muestra la Intensidad de peatón en la Plaza Regency y Supermercado Rey

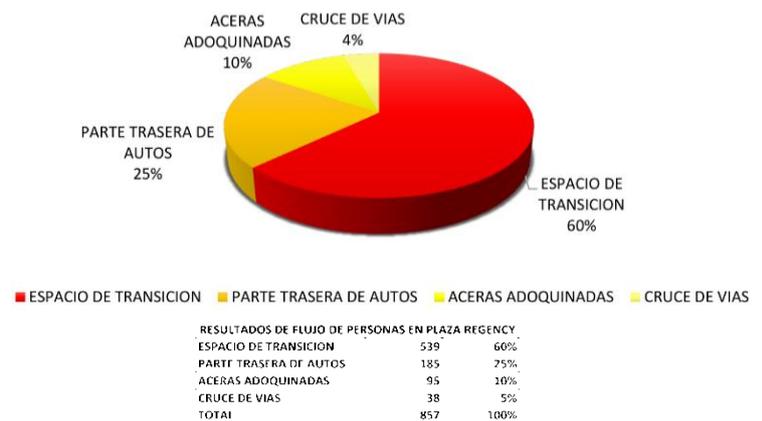


Figura 7. Intensidad de flujo peatonal de Plaza Regency

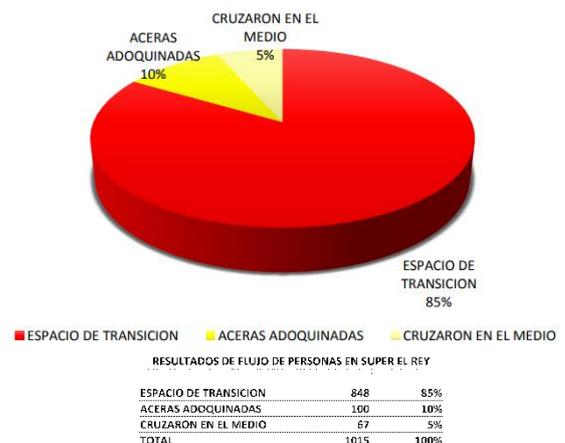


Figura 8. Intensidad de flujo Peatonal del Supermercado Rey

3.3 Mapas de Análisis de las infraestructuras del sitio.

Tabla 1. Modelo Lógico Multivariante			
Desviación- Débil			
Factor	Valor	Descripción	
		Regency	El Rey
Comercios Pequeños	2	Almacenes (Adams y Collins)	Supermercado Rey
Flores	0	4 árboles pequeños	Ningún
Espacios Verdes	0	No hay	No hay
Altura de las Edificaciones	2	3-4 niveles	2 niveles
Cuadrícula	2	Poco ortogonal	Poco ortogonal
Continuar - Fuerte			
Comercios Pequeños	1	No tiene pequeños puestos	Vendedores ambulantes, chanceros, vendedores de comida
Cuadrícula	2	Poco ortogonal	Poco ortogonal
Cantidad de Carriles	-2	2 en un sentido más estacionamientos internos	2 en un sentido más estacionamientos internos
Escala de valoración de positivo a negativo			
	2	Tiene suficiente	
	1	Solo un lado del área tiene suficiente	
	0	Calificación negativa para ambas partes	
	-1	Solo un lado del área tiene demasiado	
	-2	Ambos lados del área tiene demasiado	



- Residencia
- Comercial
- Institucional

Figura 9. Mapa de uso de suelo

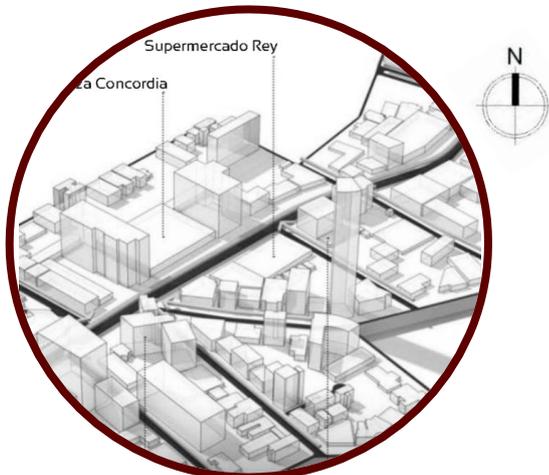
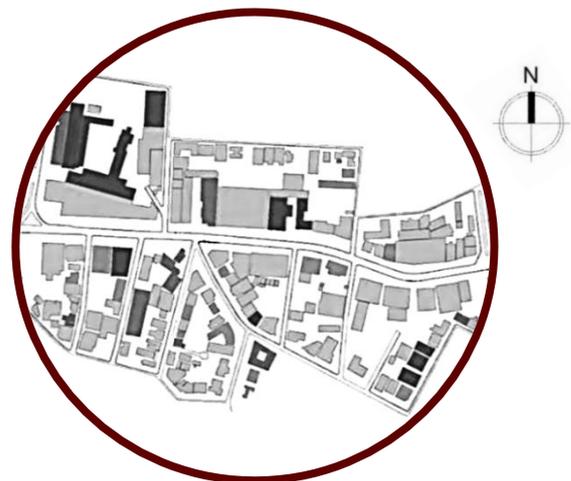
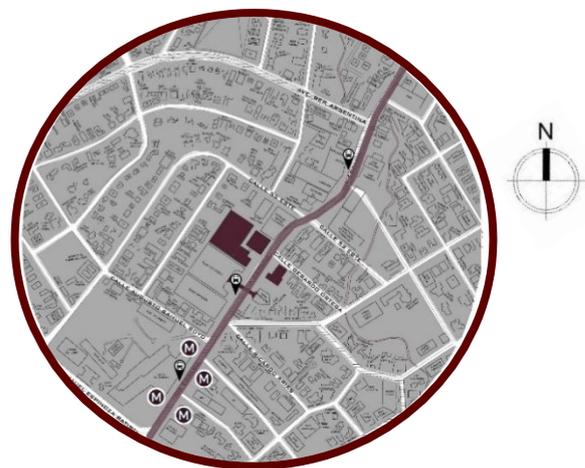


Figura 10. Mapa donde se observa la ubicación de la zona de estudio en la Plaza Regency y Supermercado Rey



- 2-4 Niveles
- 5+ Niveles
- 15+ Niveles

Figura 11. Estudio de Altimetría



- M Estación Metro – Vía Argentina
- B Parada De Buses
- Plaza Regency- Supermercado Rey

Figura 12. Mapa de movilidad y vialidad urbana



0 10 20 40 60 80 100 M

- Árbol en crecimiento.

Figura 13. Mapa de espacios verdes o vegetación

4. DISCUSIÓN

Para desarrollar el estudio se confrontaron limitaciones y dificultades para obtener los permisos para posicionar las cámaras en el Rey y en Plaza Regency. Se sugiere continuar este estudio en un futuro. En esta investigación se incorporaron factores de análisis de sitio, los cuales se pueden seguir expandiendo y profundizando hasta el uso de un sistema de algoritmos, los cuales servirán para diagnosticar mejor las causas desde la morfología del lugar hasta el comportamiento al caminar. A futuro los cañones urbanos suelen ser un problema en las ciudades, pero los espacios de transición podrían mejorar la calidad del entorno urbano. Esa morfología, con espacio de transición, podría mejorar la comodidad térmica y el microclima del sitio y, en conjunto con los usos diversificados, aumentar la cantidad de peatones que pasan por el sector. Áreas con gran vitalidad, con espacios de transición en edificios, con uso comercial intenso y diversificado, tienen el potencial de verse rodeadas de peatones en busca de actividades comerciales o sencillamente pues se convierten en ejes atractivos y seguros de tránsito de un lugar a otro.

5. CONCLUSIÓN

Este estudio de mapeo de peatones fue realizado en un sector de la Vía España, cuyo emplazamiento es concéntrico en la ciudad de Panamá, pues alberga una gran cantidad de flujo peatonal, actividad vehicular y diferentes tipos de usos comerciales y de servicio.

Los estudios se centran en la evaluación precisa y completa del entorno peatonal. Dichas mediciones pueden incluir las percepciones subjetivas de los peatones en este caso las sensaciones, intereses que ocurren en los espacios de transición y fuera del mismo.

Entre el cañón de Plaza Regency y el Supermercado Rey, comprobamos que la mayoría de las personas (entre 60% y 80% utilizan el espacio de transición de ambos edificios, porque posee características de seguridad, sombreado y presenta una alta intensidad comercial. Además, sirve como un punto de desplazamiento a diferentes zonas, que se encuentran adyacentes.

El Plan de revitalización del eje urbano de la Ciudad de Panamá, realizó un adoquinado de las aceras peatonales de la Vía España (cubriendo el perímetro externo de la Plaza Regency y el Supermercado Rey y las aceras paralelas a la Vía España), pero las mismas no son utilizadas por los peatones. Esto puede ser por que se encuentran expuestas a los rayos solares directos, no son atractivas y están próximas al flujo de autos. Aspectos estos que deben ser mejor estudiados futuramente.

Del total de personas que se contabilizaron en el sector de la Plaza Regency, el 60% de los peatones transitan por los espacios de transición del edificio, mientras que 25% pasa

por la trasera de los automóviles, el 10% utiliza las aceras adoquinadas y el 5% cruza las cuatro vías de la Vía España. Estos números se relacionan con las desviaciones de ruta ya que un 25% opta por la ruta rápida, en cambio la mayoría de los peatones buscan los espacios de transición con sombra. En el sector del Supermercado Rey, la continuidad de su espacio permite que el 85% de los peatones utilicen con mayor intensidad esa ruta.

REFERENCIAS

- [1] Oke, The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands, 1976
- [2] E. Andreou, "The effect of urban layout, street geometry and orientation on shading conditions in urban canyons in the Mediterranean," 2012
- [3] Z. Zhang, Y. Zhang, E. Ding, "Acceptable temperature steps for transitional spaces in the hot-humid area of China," 2017
- [4] S. Jalaladdini, D. Oktay, "Urban Public Spaces and Vitality: A Socio-Spatial Analysis in the Streets of Cypriot Towns," 2012
- [5] S. Richar, "Factors affecting walkability of neighborhoods," 2015
- [6] Alveo, J., Becerra, F., & Perén, J. (2019). DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD PEATONAL EN EDIFICIO PLAZA REGENCY. *SusBCity*, 1(1), 1-5.
- [7] Pierre Martinez, J., Barba, A., Pimentel, S., & Perén, J. (2019). ESTUDIO DEL FLUJO DE PEATONES EN LA PLANTA BAJA Y EL PERÍMETRO DEL EDIFICIO HATILLO. *SusBCity*, 1(1), 6-9.
- [8] Lalyre, P., Pimentel, N., Marchena, D., & Perén, J. (2019). PEATONALIDAD EN LAS GALERIAS OBARRIOS. *SusBCity*, 1(1), 10-14.
- [9] Hernández, K., Ng, C., García, A., Kong, R., & Perén, J. (2020). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO PEATONAL EN LA AVENIDA 12 DE OCTUBRE. *SusBCity*, 2(1), 31-35.
- [10] JC. Foltete, "Deviations in pedestrian itineraries in urban areas: a method to assess the role of environmental factors," 2008-2010.
- [11] J. Gehl, *Ciudades para la gente*, 2014
- [12] J. Alveo, R. Garcia, H. Lorenzo & J. Perén, (2019). "Diagnóstico de movilidad peatonal en edificio plaza regency". *SusBCity*, 1(1), 1-5.
- [13] R. Geiger, "Überarbeitete Neuausgabe von Geiger, R.: Köppen-Geiger / Klima der Erde. (Wandkarte 1:16 Mill.) – Klett-Perthes, Gotha," 1961
- [14] R.U. Galagoda, G.Y. Jayasinghe, R.U. Halwatura, H.T. Rupasinghe, "The impact of urban green infrastructure as a sustainable approach towards tropical micro-climatic changes and human thermal comfort," 2018
- [15] M. Artmanna, M. Kohler, G. Meinel, J. Ganb, IC. Ioja, "How smart growth and green infrastructure can mutually support each other — A conceptual framework for compact and green cities," 2017
- [16] R. Holzer, *Libro*, 2010
- [17] Y. Yoshii, "Preserving Alleyways to Increase Walkability of Historical Japanese Cities," 2015
- [18] G. Zhan, PY L. Becky, "Pedestrian environment and route choice: evidence from New York City and Hong Kong," 2013

Fecha de recepción: 10 de diciembre de 2018.

Fecha de aceptación: 01 de febrero de 2020.

ESTUDIO DE LA MOVILIDAD PEATONAL EN DOS INTERSECCIONES DE LA AVENIDA MANUEL E. BATISTA – CALLE JOSÉ DE FÁBREGA - VÍA ESPAÑA

Nicole Matos ^{1a}, Ana Victoria Adellán ^{1b}, Marjorie Aguilar ^{1c}, Pablo González ^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

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

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

^{1a} anicolematosarch@gmail.co, ^{1b} victoriadellan7@gmail.com, ^{1c} dosjairo17@gmail.com, ^{1d} pagm1898@gmail.com,

^{1,2e} jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: Es complicado que los peatones caminen por la ciudad de Panamá de manera segura y cómoda, debido a que, con el crecimiento de la ciudad, el peatón ha sido segregado, dándole más importancia a los vehículos. El comportamiento de los peatones se relaciona de manera directa con las condiciones del entorno (pasos peatonales, anchos de acera, área verde, semáforos, etc.). El presente trabajo desarrollar un estudio de movilidad peatonal, cuantifica la cantidad de peatones y sus respectivos trayectos, observa la calidad de la infraestructura y del entorno urbano, para brevemente evaluar la influencia de las aceras, pasos de cebras y los semáforos peatonales en los trayectos peatonales. Se empleó videos de cámaras de control vial de la ATTT en el área de Bella Vista, en la intersección de la Calle José de Fábregas con la Av. Manuel Espinosa Batista y, de esta última con la Av. Federico Boyd y Vía España. Se evaluaron periodos diferentes con el objetivo de comparar el flujo peatonal en cada uno de ellos. El mayor flujo peatonal se identificó en la acera de la estación del metro Iglesia del Carmen (con 708 peatones) y a lo largo de la acera del Hotel Crown Plaza con 151 peatones.

PALABRAS CLAVE: Ancho de acera, flujo peatonal, semáforos, paso peatonal, Ave. Manuel Espinosa Batista.

ABSTRACT: It is difficult for pedestrians to walk through Panama City safely and comfortably, because, with the growth of the city, pedestrians have been segregated, giving more importance to vehicles. The behavior of pedestrians is directly related to the surrounding conditions (pedestrian crossings, pavement widths, green areas, traffic lights, etc.). The present work developed a study of pedestrian mobility, which quantifies the number of pedestrians, their respective routes and observe the quality of the infrastructure and the urban environment to briefly evaluate their influences on the pedestrian routes. Videos from ATTT road control cameras were used in the Bella Vista area, at the intersection of Calle José de Fábregas with Av. Manuel Espinosa Batista and, from the latter with Av. Federico Boyd and Vía España. Different periods were evaluated in order to compare the pedestrian flow in each one of them. The highest pedestrian flow was identified on the sidewalk of Iglesia del Carmen Subway Station (with 708 pedestrians) and along the sidewalk of the Crown Plaza Hotel with 151 pedestrians.

KEYWORDS: Sidewalk width, pedestrian flow, traffic lights, pedestrian crossing, Av. Manuel Espinosa Batista

1. INTRODUCCIÓN

La movilidad peatonal es un modo de transporte que complementa al transporte público (bus y metro), la bicicleta, etc. De modo que la transitabilidad a pie o caminar es la base de una ciudad sostenible, pues tiene bajo impacto ambiental, no contamina el aire, no genera ruido y potencializa la interacción social y la recreación, contribuyendo a la salud pública [1, 2]. Sin embargo, con la modernización de las ciudades y el desarrollo de los medios de transporte activo a motor, se ha priorizado soluciones viales enfocados principalmente en el auto, relegando al peatón a un segundo

plano [3]. Se carece de infraestructuras viales con aceras y espacios adecuados para fomentar la peatonalidad como medio de transporte seguro y de recreación.

Los peatones arriesgan la vida caminando por infraestructuras inseguras, por ejemplo, sin carriles separados, ni cruces peatonales, y con aceras inadecuadas o inexistentes. Es importante entender el comportamiento del peatón considerando las características del entorno urbano [2]. Y saber que las caminatas para recreación hay que fomentarlas pues favorece la salud, pero tienen comportamientos diferentes [4]. Los factores que inciden en la toma de decisión de los peatones sobre la utilización de cruces peatonales son: infraestructura, velocidad del vehículo, edad, sexo del peatón y si el entorno

habitabile es compacto [1]. Cargar equipaje también es importante y tiene efectos directos en la toma de decisión de los peatones [1]. Aumentar el número de peatones en un sector se consigue de manera rentable al reacondicionar calles con por lo menos una acera lateral [6]. Sin embargo, la carencia de aceras, cruces y pasos peatonales a nivel señalizados en sectores de uso mixto y con alta intensidad de peatones es evidente en varios sectores de las ciudades de Panamá. Para un peatón movilizarse diariamente en la ciudad de Panamá es una completa odisea. El 2019 concluyó con 292 víctimas por accidentes de tránsito siendo el 40% (116) víctimas de atropello [5].

Aunque se han realizado algunos estudios de peatonalidad en intersecciones y cruces peatonales [7-13], aun es necesario desarrollar más estudios en entornos urbanos con alta demanda local y municipal y cuya movilidad peatonal requiere mejoras no sólo en lo que respecta a la recuperación y ampliación de aceras, sino también a la restructuración de normativas de uso de suelo (retiros, etc.) que promuevan e incentiven mejores implantaciones de los edificios, mejor gestión y localización de estacionamiento, presencia de árboles y áreas verdes, etc.

Estudiar el comportamiento de peatones y su relación con su entorno urbano es fundamental para el desarrollo de teorías, directrices de diseño, normativas urbanas y principalmente para que sean la base analítica previa a diseños y reformas urbanas. El presente estudio evalúa la peatonalidad de dos sectores sobre la Av. Manuel Batista Espinosa en Bella vista, con entornos de uso mixto y próximo a la Estación del Metro Iglesia del Carmen.

2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio de peatonalidad se empleó videos de las cámaras de control de tráfico y seguridad de la Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT), gracias a un convenio entre el grupo SusBCity y dicha institución. Por medio de los videos se cuantificó el número y el trayecto de los peatones. Estudios anteriores [7-11] también emplearon videos para el estudio de la peatonalidad. El enfoque metodológico adoptado en esta investigación se describe a través de las siguientes etapas: definición de sectores de estudio, análisis de los usos de suelo y de la morfología urbana y la medición de flujo peatonal en varios periodos.

2.1. Sectores de estudio: 1 y 2

Para la realización de esta investigación escogimos dos sectores a lo largo de la Av. Manuel Espinosa Batista:

(a) el sector 1 ubicado en la intersección entre la Av. Manuel B. Espinosa, la Vía España y la Av. Federico Boyd, próximo a

la Iglesia del Carmen; y (b) el sector 2 en la intersección de la Av. Manuel B. Espinosa y la Calle José D. Fábrega, próximo a la Universidad de Panamá (UP), Campus Octavio Méndez Pereira. La figura 1 muestra una vista aérea de la Ave. Manuel Espinosa Batista, resaltando los dos sectores estudiados. La distancia entre el sector 1 y el sector 2 es de aproximadamente 307m.

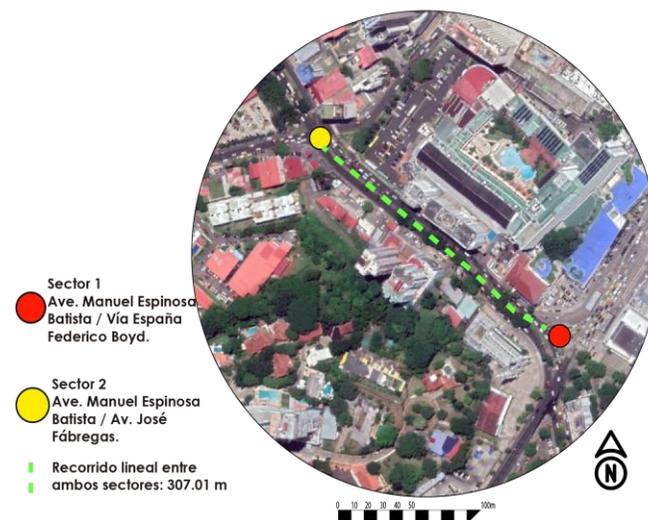


Figura 1. Mapa ubicación de sectores de estudio.

La tabla 1 muestra los dos sectores de la Av. Manuel Espinosa Batista con los respectivos periodos de evaluación. El sector 1 se evaluó en tres periodos: de 8:00a.m. a 9:00a.m.; de 11:30a.m. a 1:00p.m. y de 4:00p.m. a 5:00p.m.; mientras que el sector 2 fue evaluado en sólo dos periodos: de 8:00a.m. a 9:00a.m. y de 4:30p.m. a 5:30p.m.

Tabla 1. Periodos evaluados en cada sector de la Av. Manuel E. Batista

SECTOR	HORARIO 1	HORARIO 2	HORARIO 3
Sector 1 Iglesia del Carmen	8:00 a.m. a 9:00 a.m.	11:30 a.m. a 1:00 p.m.	4:00 p.m. a 5:00 p.m.
Sector 2 Manuel E. Batista	8:00 a.m. a 9:00 a.m.	4:30 p.m. a 5:30 p.m.	

Existen cuatro pasos de cebra en el sector 1 y uno en el sector 2. Además de la estación del Metro Iglesia del Carmen existen paradas de Metrobús en el sector 1 y en el sector 2, próximo al área de estudio. El ancho de aceras varía en ambos sectores; en el sector 1 son más anchas que en el sector 2, próximo al Campus de la UP. La figura 2, muestra las aceras del entorno de la estación del Metro, próximo a AMPYME. La figura 3 muestra la acera perimetral de la UP, paralela a la Av. José de Fábrega donde se observa que la misma es estrecha para la cantidad de usuarios (estudiantes, administrativos y



Figura 2. Foto de aceras próximas al Metro, frente a AMPYME, Sector 1.



Figura 3. Foto de la acera de la UP, Figura 4. Foto de la acera y cruce paralela a la Av. José de Fábrega, peatonal de la antigua UIP. próximo a la entrada principal. Profesores) de dicho campus. La figura 4 muestra la acera y el cruce peatonal al frente de la antigua UIP.

2.2. Usos de suelos en el área estudiada

La figura 5 muestra el mapa de uso de suelo de acuerdo al Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). Se observa que gran parte del entorno tiene uso mixto urbano y también existe un área significativa para viviendas de alta densidad. El sector azul es de uso institucional y, corresponde al Campus Octavio Méndez Pereira de la UP. Próximo a este, en la Cresta existe la vivienda de mediana densidad, baja densidad y algunas parcelas de alta densidad.

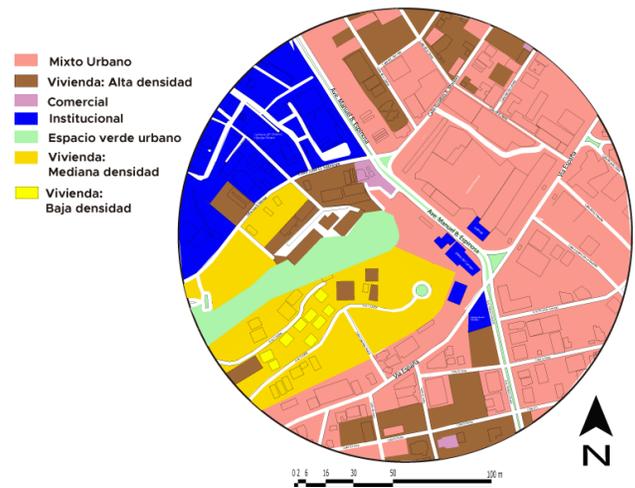


Figura 5. Mapa de uso de suelos

2.3. Medición por medio de video

La figura 6 muestra la localización de la cámara PC-1, la cual es una cámara que gira en 180°, propiedad de la ATTT, que está en el Sector 1, en medio de la isleta central en la intersección de la Av. Manuel B. Espinosa y Vía España. Su recorrido inicia desde la estación del Metro cerca del edificio de AMPYME, luego gira levemente hacia la estación próxima a Félix B. Maduro y culmina en dirección hacia la nueva sede del Instituto Fermín Naudeau, el Hotel Double Tree y la Iglesia del Carmen a la derecha.

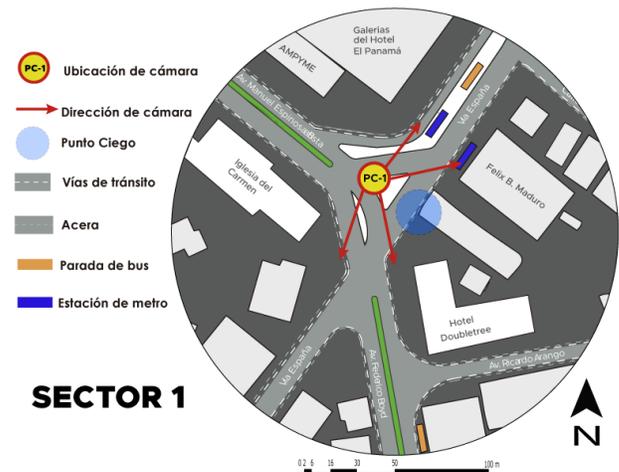


Figura 6. Mapa de ubicación de cámaras sector 1 Av. Manuel Espinosa Batista, Vía España y Av. Federico Boyd.



Figura 7. Mapa de ubicación de cámaras sector 2 Ave. Manuel Espinosa Batista y Av. José Fábregas.

La figura 7 muestra la ubicación de la cámara PC-2, la cual se encuentra en la isleta central en la intersección de la Av. Manuel B. Espinosa y la Calle José D. Fábregas. Esta cámara gira 360°, en dirección hacia la tienda ZAZ, la entrada a la UP, la esquina donde estaba la antigua Universidad Interamericana (UIP) y hacia el sur de la Av. Manuel E. Batista. La acera de la JTIA y del ZAZ se evaluaron en el periodo de la mañana, mientras que en la tarde, debido a la posición del sol, estos dos puntos quedaban en penumbra en la cámara y se hizo imposible hacer el conteo de peatones.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis morfológico del área estudiada

La figura 8 muestra la superficie de las manzanas en el entorno de los dos sectores estudiados a lo largo de la Av. Manuel Espinosa Batista. La manzana más grande es la de la Cresta con 108,006.89m² (color chocolate). La misma fue considerada una manzana entera, ya que sus calles son sin salida o sea, no son conexiones peatonales. También se destaca la manzana del Campus de la UP, próxima al sector 2, tienen 79,520.61m² y la del Hotel El Panamá tiene 57,824.02m².

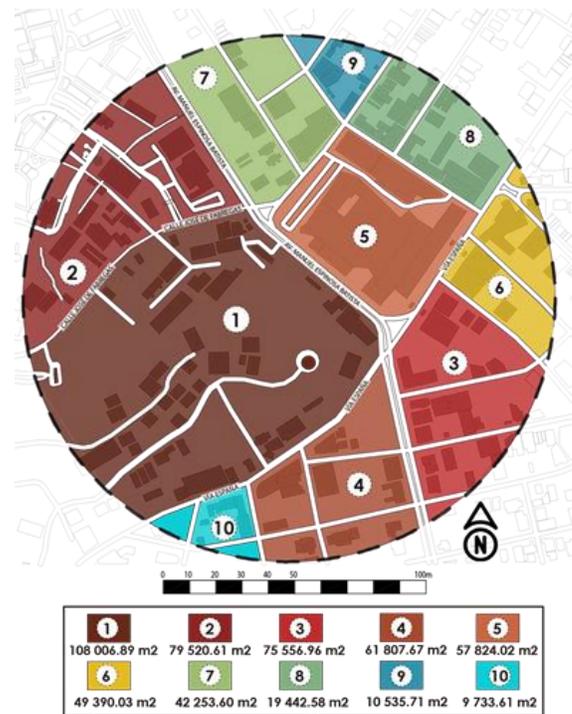


Figura 8. Mapa de superficie de manzanas.

3.2 Evaluación por Sectores

3.2.1 Sector 1: Ave. Manuel Espinosa Batista, Vía España y Av. Federico Boyd (de 8:00a.m. a 9:01a.m.)

La figura 9 muestra el flujo de peatones del sector 1, en la intersección entre la Av. Manuel E. Batista, la Vía España y la Federico Boyd, en el período de 8:00a.m. a 9:01a.m. del 14 de febrero de 2020. Por ese sector transitaban un total de 226 peatones siendo que la mayoría (53.57%) realizaron su recorrido por la acera de la estación del Metro, próximo a AMPYME. En la acera de la estación del metro próximo a Félix B. Maduro, transitaban 33.63% peatones. En la acera de la Iglesia del Carmen caminaron 4.87% y, en la acera próxima al Hotel Doubletree, 7.08% peatones se movilizaban en dirección a la Ave. Federico Boyd. Se destaca que en este recorrido existe un cambio en el pavimento de la acera, de adoquín a concreto. El paso peatonal a nivel, próximo a la estación de metro Iglesia del Carmen, fue el lugar menos recorrido con un 1.33% (3 personas).

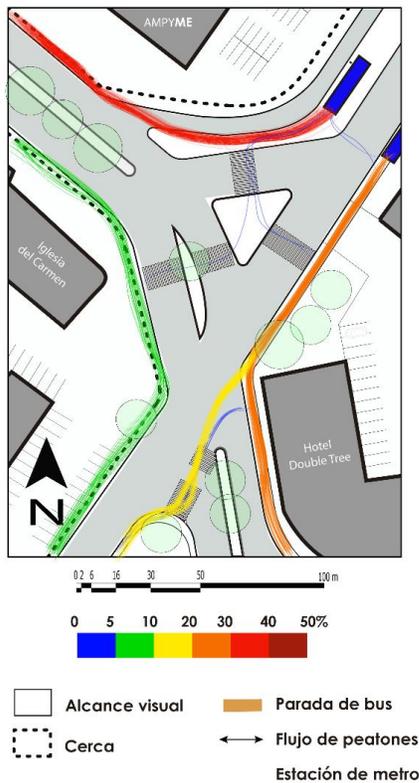


Figura 9. Gráfico de Flujo de peatones sector 1 Av. Manuel E. Batista/Vía España /Federico Boyd, periodo de 8:00 a. m. – 9:01 a.m.

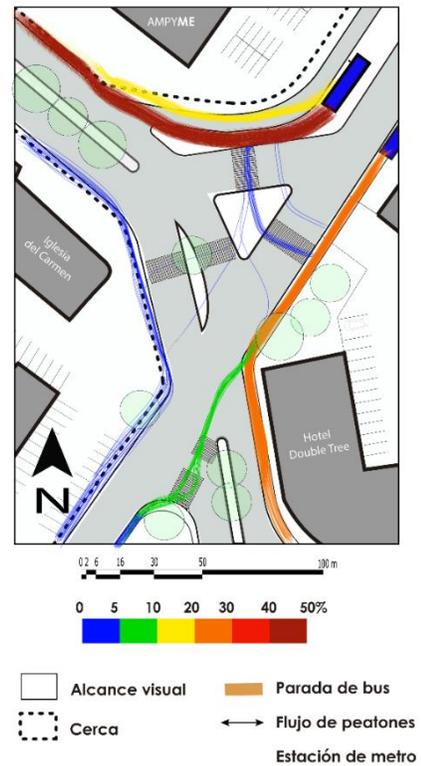


Figura 10. Flujo de peatones en el sector 1: Av. Manuel Espinosa Batista / Vía España / Federico Boyd, Periodo 11:00 a.m. - 1:00 p.m.

3.2.2 Sector 1: Av. Manuel Espinosa Batista, Vía España y Av. Federico Boyd (de 11:00a.m. a 1:00p.m.)

La figura 10 muestra el flujo de peatones en el sector 1 al mediodía (11:00a.m a 1:00pm) del 14 de febrero de 2020. En ese periodo transitaron un total de 1,546 personas. El mayor flujo peatonal, de 45.59%, realizó su recorrido por la acera de la Estación del Metro, próxima a AMPYME. En acera de la estación del metro próxima a Félix B. Maduro, transitaron 22.41%. El flujo peatonal en la acera de Iglesia del Carmen fue de 2.77%. En la acera del Hotel Doubletree fue de 7.34% caminando en dirección a la Ave. Federico Boyd. El paso peatonal próximo a la Iglesia del Carmen fue el menos transitado con 0.06%.

3.2.3 Sector 1: Av. Manuel Espinosa Batista / Vía España / Federico Boyd, Periodo 4:00 p.m. a 5:00 p.m.

La figura 11 muestra el flujo de peatones en el sector 1 de 4:00 p.m. a 5:00 p.m. del 14 de febrero de 2020. En total transitaron 1,394 personas. El mayor flujo de peatones fue de 36% por la acera de la estación del Metro frente a AMPYME. Al otro lado de la calle, en la acera de la estación del metro de Félix B. Maduro, transitaron 22.41%.

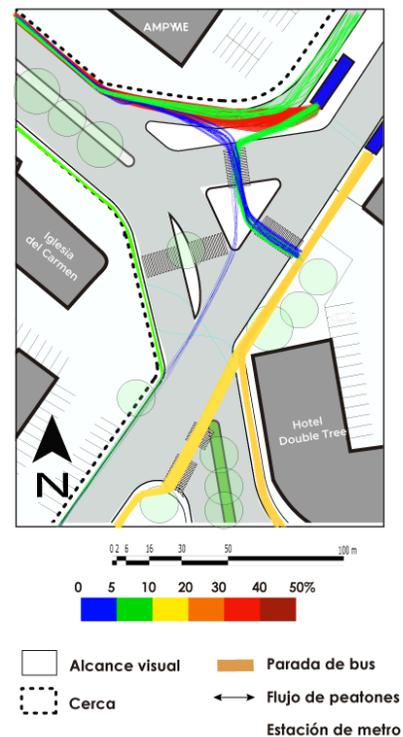


Figura 11. Flujo de peatones en el sector 1 Av. Manuel Espinosa Batista / Vía España / Federico Boyd, Periodo 4:00 p.m. - 5:00 p.m.

En la acera de la Iglesia del Carmen se contabilizó un 2.77% (43 personas). Mientras que en la acera próxima al Hotel Doubletree, caminaron un 7.34% (114 personas). Solamente un 2.45% (34 personas) cruzaron el paso peatonal próximo a la estación de metro Iglesia del Carmen.

AMPYME (513 personas) con un 36%. Mientras que el menor flujo de peatones: paso peatonal sobre Vía España (34 personas) 2.45 %. mapa de cuantificación de peatones del sector 1 en Periodo de 4:00 p.m. a 5:00 p.m., se muestra en la figura 11.

3.2.4 Sector 2: Av. Manuel Espinosa Batista / Calle José Fábregas, Periodo 8:00 a.m. a 9:01 a.m.

La figura 12 muestra el flujo de peatones en el sector 2 de 8:00a.m. a 9:01a.m., en el cual circularon un total de 414 peatones. El mayor flujo peatonal, representa un 36.47% (en rojo), utiliza la acera de la JTIA y el ZAZ; seguido de un 24.88% (naranja) que se desplaza por la acera y cruce del Crowne Plaza y antigua UIP; un 12.08% caminan en la acera de la UP; un 8.21% cruzan de ZAZ a UP y viceversa; y el 1.21% cruzan la Av. Manuel E. Batista del ZAZ a la isleta al frente de la antigua sede de la UIP y viceversa.

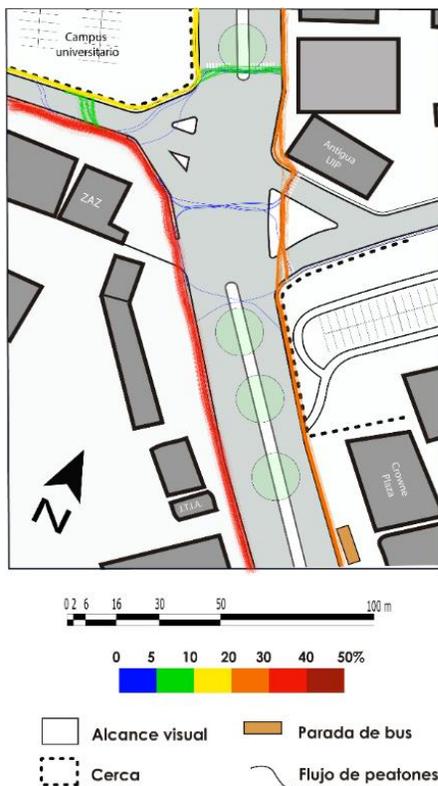


Figura 12. Gráfico de flujo de peatones en el sector 2 Av. Manuel E. Batista/Calle José D. Fábrega. Periodo 8:00 a.m. a 9:01 a.m.

3.2.5 Sector 2: Av. Manuel Espinosa Batista / Calle José Fábrega, Periodo 4:30 p.m. a 5:30 p.m.

La figura 13 muestra el flujo de peatones en el sector 2 de 4:30a.m. a 5:30a.m., en el cual circularon un total de 206 personas. Un 64.08% se desplaza en la acera y cruce del Crowne Plaza; un 25.24% caminan por la acera del ZAZ; un 8.25 % caminan en la acera de la UP; un 3.4% cruzan de ZAZ a UP y viceversa; y también el 3.4% de los peatones cruzan la Av. Manuel E. Batista del ZAZ hacia la isleta al frente de la antigua sede de la UIP y viceversa.

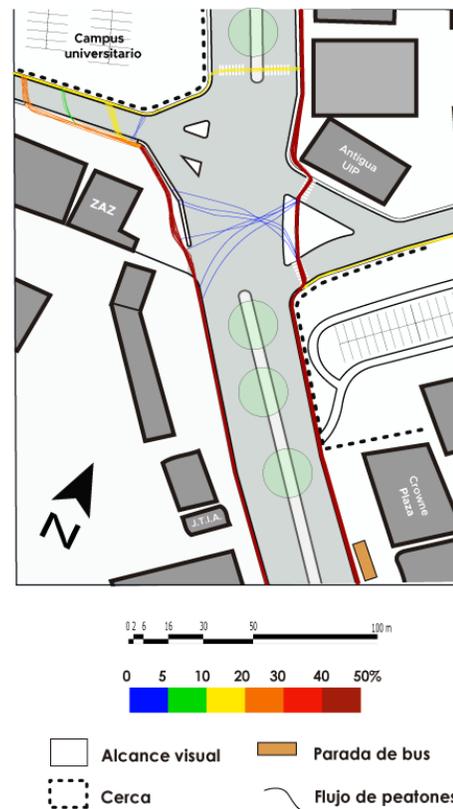


Figura 13. Gráfico de flujo de peatones en el sector 2 Av. Manuel E. Batista/Calle José D. Fábrega. Periodo 4:30 p.m. a 5:30 p.m.

3.3 Comparación y análisis del flujo peatonal del sector 2, en diferentes periodos.

Ambos Periodos mantienen el mayor flujo de peatones en la acera del Crowne Plaza y de la JTIA-ZAZ. El Periodo matutino de 8:00a.m. a 9:00a.m. tiene un total de 103 personas y el Periodo de la tarde tuvo 132 peatones. La tabla 2 muestra una comparación entre los flujos de peatones en los dos Periodos del sector 2.

Tabla 2. Comparación de Periodos del sector.

COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DEL SECTOR 2 EN DIFERENTES HORARIOS				
Zona de cruce y circulación	Cantidad de peatones	Porcentajes Horario 8:00 am-9:00 a.m	Cantidad de peatones	Porcentajes Horario 4:00 p.m. a 5:00 p.m.
Acera y cruce Crowne Plaza	103	24.88%	132	64.08 %
Acera del ZAZ	151	36.47 %	52	25.24 %
Acera de la UP	50	12.08%	17	8.25 %
Cruce de ZAZ a UP	34	8.21%	3	3.40%
Cruce UP - UIP	5	1.21 %	3	3.40 %

4. DISCUSIÓN

Los peatones que circulaban por el área en las horas tempranas corresponden a la hora de entrada promedio de la universidad, es decir que la mayoría de estos eran estudiantes o trabajadores. Muchos realizan cruces y transiciones por espacios no adecuados, es decir, fuera de los cruces peatonales o por espacios “más cómodos” pero no aptos para su transición. Se presume que estos flujos se realizan de tal manera, ya que, no existe el buen estado de aceras, pasos de cebra por lugares más específicos o cercanos al punto de llegada.

Al hacer una comparación con estudios realizados en años anteriores [13], se observa que en la calle José de Fábregas, en el sector 2, se realizan cruces inadecuados de peatones. La mayoría de esos cruces se dan cuando los carros están parados esperando la luz verde. Las personas cruzan la calle José de Fábregas del ZAZ a la acera de la UP, en medio de los carros poniendo en peligro sus vidas. Se puede observar en la (fig. 7 y fig.8) que las personas tienen 4 puntos que suelen cruzar preferiblemente, frente la entrada de la universidad, frente al ZAZ y en medio de estos 2 puntos. Esto abre una interrogante, si se debe aumentar los pasos de cebra en el sector o alguna otra medida para proteger al peatón. Se sugiere que se realice una intervención con el objetivo de organizar el tránsito de peatones y aumentar la seguridad peatonal del sector.

La movilidad universal implica una serie de desafíos para las personas con discapacidad (motora, visual, etc.). El sector estudiado presenta una pobre calidad para responder las demandas y requisitos de la movilidad universal. Invertir en la configuración de las aceras [6], emplear semáforos inteligentes que consideren la movilidad activa en sus algoritmos de control

o emplear celulares para interactuar con los controladores o cámaras de control de tráfico son soluciones que pueden desarrollarse para mejorar la movilidad activa de sectores con alta intensidad peatonal, como los dos sectores estudiados.

Toda la sociedad debe tomar conciencia de las situaciones que padecen quienes sufren dificultades para desplazarse, ya que, de esta manera, pueden ser corregidas. A partir de lo observado en los videos otorgados por las cámaras de la ATTT y vivencias propias, podemos deducir que las normas de discapacidad no son tomadas en consideración en cuanto las medidas y diseño de las aceras, estas normas sólo son aplicables en el área de los semáforos y en la acera donde encontramos las paradas de buses y metro. Pero dentro del trayecto estudiado (307m) entre cada una de las áreas de análisis (Av. Manuel Espinosa Batista), las aceras carecen de una infraestructura adecuada. Aceras muy estrechas, llenas de obstáculos (como coches mal aparcados, camiones, o cubos de basura) y mal conservadas obligan a personas con movilidad reducida a transitar por la calzada o, directamente, evitar moverse por algunas calles.

En el estudio del año anterior [13] se observó que en las mismas horas de la tarde (4:00p.m. a 5:00p.m.) transitaban 865 personas por el mismo sector 2, mientras que en nuestro estudio la cantidad de peatones fue más baja: aproximadamente 228 personas. Esto puede ser resultado de las fechas en que se tomaron los videos; en el estudio anterior se evaluó el recorrido de los peatones en el periodo del semestre universitario, mientras que en el presente estudio se evaluó a los peatones en una fecha comprendida en el periodo de clases de verano, donde la matrícula es mucho menor. Durante clases de verano puede haber menos tránsito debido a que no todas las carreras universitarias habilitan clases en este periodo.

Durante nuestra evaluación fue imposible visualizar la acera completa del ZAZ, como fue realizado en el estudio anterior (acera ZAZ B), por lo que los resultados arrojados en el presente estudio contabilizan sólo a los peatones que cruzan de ZAZ a la UP y viceversa; ese número es de 40 personas, un número mucho menor al estudio anterior que identificó a 301 personas en el Periodo de 4:00p.m. a 5:00p.m.

Cabe destacar que nuestro estudio tiene un alcance visual más amplio que el anterior, debido a que la cámara de la ATTT utilizada gira de 360 °, y pudimos recolectar información en aceras como la del Crowne Plaza y el cruce peatonal de la antigua UIP. Por el contrario, vale destacar que debido a dicho giro de cámara es posible que algún peatón no haya sido contabilizado.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente trabajo son presentadas a seguir:

Con relación a la morfología urbana se destaca que una manzana con una superficie excesiva con 108,006.89m², la cual tiene calles sin salidas que no proporcionan ninguna conexiones peatonal a los usuarios del sector. Este aspecto requiere un estudio especial más adelante.

En el sector 1, intersección de la Av. Manuel E. Batista, Vía España y Av. Federico Boyd:

Periodo 8:00a.m. a 9:00a.m.

- Transitaron en total: **224 personas.**
- Mayor flujo de peatones: acera de la estación del metro con **53.57%**.
- Menor flujo de peatones: cruce peatonal sobre Vía España con **1.34 %**.

Periodo 11:30a.m. a 1:00pm

- Transitaron en total: **1546 personas.**
- Mayor flujo de peatones: acera de la estación del metro con **45.79 %**.
- Menor flujo de peatones: Cruce peatonal sobre Vía España con **2.07%**.

Periodo 4:30p.m. a 5:30p.m.

- Transitaron en total: **1394 personas**
- Mayor flujo de peatones: acera de la estación del metro (513 personas) **36%**
- Menor flujo de peatones: paso peatonal sobre Vía España (34 personas) **2.45%**.

Sector 2: Av. Manuel E. Batista/Av. José Fábregas.

Periodo 8:00a.m. a 9:00a.m.

- Transitaron en total: **414 personas.**
- Mayor flujo de peatones: Acera de la JTIA y el ZAZ con **36.47%**.
- Menor flujo de peatones: Cruce UP-UIP con **1.21%**.

Periodo 4:30p.m. a 5:30p.m.

- Transitaron en total: **227 personas.**
- Mayor flujo de peatones: Acera del CROWN con **64.08%**.
- Menor flujo de peatones: Cruce UP-UIP con **3.08%**.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (I+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

Agradecemos a la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT) por la facilitación de los videos utilizados como objeto de análisis y cuantificación de este artículo.

REFERENCIAS

- [1]. Wali Abdullah, A y Basil, D. "Modelling Pedestrians: utilization of crossing facilities along urban streets". Case Studies on Transport Policy. 2019
- [2]. R. Rafiemanzelat, M. I. Emadi and A. J. Kamali, "City Sustainability: the influence of walkability on built environments" in 3rd Conference on Sustainable Urban Mobility, Greese, VOL, 2016, pp. 107-104.
- [3]. R. H. Lo, "Walkability: What is it?" Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, vol. 2, No. 2, pp. 145-166, July. 2009.
- [4]. B. Kang, A. V. Moudon, P. M. Hurvitz and B. E. Saelens, "Differences in behavior, time, location, and built environment between objectively measured utilitarian and recreational walking", Transportation Research Part D, No. 57, pp. 185-194, October 2017.
- [5]. Fernández, S. "Mayoría de víctimas por accidente de tránsito han sido por atropello. Panamá América," Febrero, 2020.
- [6]. L.D.Gunn, Y.Lee, E.Geelhoed, A.Shiell, B.Giles-Corti. "The cost-effectiveness of installing sidewalks to increase levels of transport-walking and health". Preventive Medicine, Volume 67, 2014.
- [7]. Guerra, M., Pérez, A., Arauz, S., Arosemena, A., & Perén, J. (2019). "Caracterización del flujo peatonal vs transitabilidad en espacios de transición: caso estación vía Argentina y piex". SusBCity, 1(1), 28-34.
- [8]. Candanedo, C., Barria, M., Chan, V., & Perén, J. (2019). caracterización del flujo peatonal en las galerías del hotel el panamá y la estación del metro Iglesia del Carmen. SusBCity, 1(1), 19-23.
- [9]. Castillero, M., Lopez, N., Massiah, A., & Perén, J. (2019). Dinámica peatonal antes y después de la habilitación de las aceras en el Banco Nacional. SusBCity, 1(1), 24-27.
- [10]. Herrera, J., Rivas, A., Artavia, C., & Perén, J. (2019). Mapeamiento del flujo de peatones en las inmediaciones de plaza New York. SusBCity, vol. 1, no.1, 15-18.
- [11]. Higuero, M., Martinez, B., Martinez, R., Newsan, A., & Perén, J. (2020). Comportamiento peatonal en el entorno de la estación del metro de San Miguelito. SusBCity, 2(1), 25-30.
- [12]. Hernández, K., Ng, C., García, A., Kong, R., & Perén, J. (2020). estudio del comportamiento peatonal en la avenida 12 de Octubre. SusBCity, 2(1), 31-35.
- [13]. Espino, M., Montenegro, D., García, A., Rodríguez, R., & Perén, J. (2020). Mapeo de la peatonalidad en la entrada principal del Campus Central de la Universidad de PANAMÁ. SusBCity, 2(1), 43-47.

Fecha de recepción: 03 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 27 de octubre de 2020.

INFLUENCIA DE LA MORFOLOGÍA URBANA EN EL MICROCLIMA DE LOS ALREDEDORES DE CALLE 50, EN CIUDAD DE PANAMÁ.

Wald Ottally^{1a}, Sánchez Amaris^{1b}, Ayarza Giselle^{1c}, Barranco Nicole^{1d}, Jorge I. Perén^{1,2e}

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

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

^{1a}ottally@hotmail.com, ^{1b}amarisvielka@gmail.com, ^{1c}charlee022017@gmail.com, ^{1d}nicolemichelle49@gmail.com, ^{1,2e}jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: El presente estudio se desarrolla en el área metropolitana de la Ciudad de Panamá, en el corregimiento de San Francisco específicamente en los alrededores de la Calle 50. Esta zona de estudio resulta interesante ya que es céntrica y por lo tanto muy transitada, presenta un modelo urbano mixto, con edificios altos y bajos, con diferentes anchos de calles, cuenta con áreas verdes y además es atravesado por el Río Matasnillo. Este estudio tiene como objetivo principal evaluar la relación entre las variables de microclima urbano con respecto a los parámetros de morfología urbana. Basado en los resultados podemos indicar que los parámetros de morfología urbana que tienen mayor impacto sobre la sensación térmica en esta zona son el H/W y el factor de cielo visible (SVF). Sin embargo, la sensación térmica se mantiene homogénea en toda el área, lo que indica la existencia de una relación lineal directa entre las variables micro climática, temperatura y las morfológicas H/W y SVF en los alrededores de la zona de Calle 50.

PALABRAS CLAVE: morfología urbana, factor de cielo visible, cantidad de árboles, relación altura-ancho, variables micro climáticas, sensación térmica, correlación de Pearson.

ABSTRACT: The present study is developed in the metropolitan area of Panama City in San Francisco, specifically in the surroundings of Calle 50. This area of study is attractive because it is central and, therefore, very busy, it presents a mixed urban model, with high and low buildings, with different width of streets, green areas, and crossed by the Matasnillo River. This study's main objective is to evaluate the relationship between urban microclimate variables concerning urban morphology parameters. Based on the results, we can indicate that the parameters of an urban morphology that significantly impact the thermal sensation in this area are the H/W and the SVF. However, the thermal sensation remains homogeneous throughout the area, indicating the existence of a direct linear relationship between the micro-climatic variables, temperature, and the morphological H/W and SVF in the surroundings of the Calle 50 area.

KEYWORDS: urban morphology, sky view factor, number of trees, H/W ratio, microclimatic variables, thermal sensation, Pearson correlation.

1. INTRODUCCIÓN

La morfología urbana de una ciudad actúa como un modificador del clima local generando microclimas urbanos particulares que pueden favorecer o no a la eficiencia energética de los edificios y al confort de las personas que lo habitan [1][2].

El crecimiento de las ciudades latinoamericanas en general sigue las premisas de la globalización y los criterios de la arquitectura internacional, promoviendo morfologías urbanas

sin análisis previos que evalúen o determinen el uso correcto de materiales, métodos constructivos y organizaciones de los espacios urbanos. Estas morfologías pueden limitar el confort térmico urbano, transformando zonas costeras con un equilibrio climático placentero, producto de las brisas del mar, en lugares con climas calurosos y sofocantes por la presencia de grandes edificios que frenan la brisa refrescante. El crecimiento de la ciudad de Panamá, del Casco Antiguo a sectores como Paitilla, evidencia grandes cambios en la morfología urbana. Se aprecian construcciones variadas,

debido a la diversidad de usos de suelo, y grandes diferencias de alturas y distancias entre edificios las cuales pueden generar variaciones micro climáticas, especialmente también por la ausencia de áreas verdes.

A nivel nacional no existen investigaciones que evalúen el impacto de la morfología urbana en la sensación térmica urbana. El desafío de alcanzar la sustentabilidad del ambiente construido involucra el estudio del clima urbano [3]. El ambiente construido modifica las variables climáticas que influyen en el balance energético del cuerpo humano [4][5].

Estas modificaciones se perciben tanto en los espacios interiores como en los exteriores de la ciudad, siendo el confort térmico de las personas, en espacios exteriores, uno de los factores que más influye en la habitabilidad de los espacios públicos de las ciudades [6].

Para estos estudios el conjunto de modificaciones urbanas bajo estos fenómenos se agrupan utilizando un conjunto de indicadores morfológicos que condicionan la habitabilidad térmica de los espacios exteriores entre los cuales destacamos tres: (a) radio de cobertura de verde, que se refiere a la cantidad de espacios verdes y árboles que se encuentran en la zona de estudio; (b) factor de cielo visible o SVF (por sus siglas en inglés), el cual mide que tan visible está el cielo según los obstáculos que rodean la zona de estudio; y, finalmente (c) relación altura-ancho o H/W (por sus siglas en inglés), que es la relación entre la altura de los edificios que rodean la zona de estudio y el cañón o ancho de la calle [7].

Esta investigación tiene como objetivo general estudiar la relación entre las variables de microclima urbano con respecto a los indicadores de morfología urbana en un sector de la Calle 50, en el corregimiento de San Francisco. Se realizará una caracterización de la morfología urbana de dicho sector, con base en los indicadores SVF, H/W, cantidad de espacios verdes y árboles y se comparará con su respectivo microclima urbano (basado en la velocidad de viento, temperatura, humedad, sensación térmica) en los tres primeros meses de un año.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolla en los alrededores de la Calle 50 y la vía Israel, corregimiento de San Francisco, en el área metropolitana de la Ciudad de Panamá (Ver fig. 1). Esta zona de estudio resulta interesante ya que es céntrica y por lo tanto muy transitada; es de uso mixto, con edificios altos y bajos; con diferentes anchos de calles y por ella corre el Río Matasnillo, que es un afluente que nace y muere dentro del centro urbano de la ciudad; además esta zona cuenta con porcentaje significativo de área verde.

El área de estudio se dividió por zonas, de manera regular e irregular, tomando en cuenta las vías principales y colectoras y algunas zonas por el Río Matasnillo.

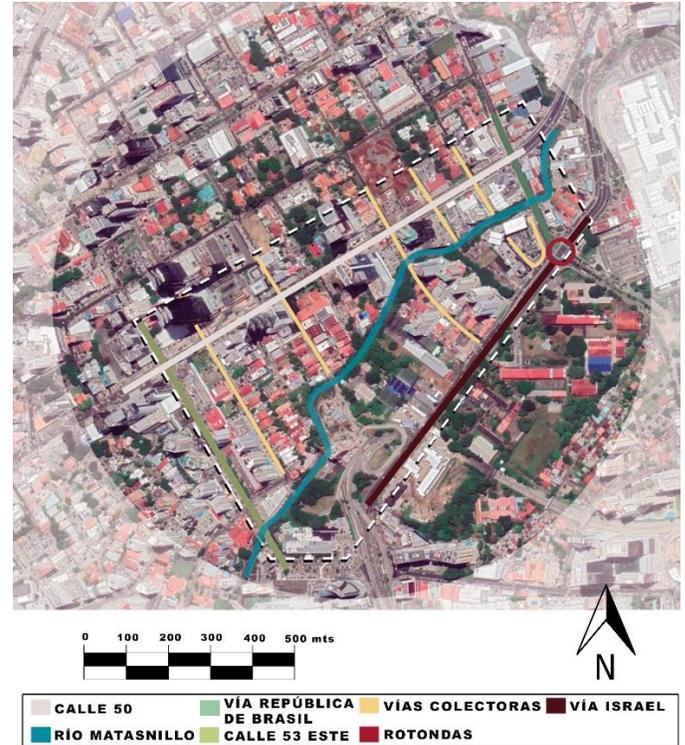


Figura 1. Mapa del área de estudio en la Zona de Calle 50.

Una vez determinada las zonas dentro del área de estudio, se ubicaron cinco puntos de medición, estos fueron escogidos de manera que las torres estuvieran orientadas a un espacio abierto, limitadas por edificios de norte a sur.

2.1 Descripción morfológica del sector

Para la caracterización morfológica del sector se llevó a cabo el análisis del área de estudio por medio del desarrollo de mapas, con el propósito de identificar las distintas características que posee la zona de estudio. Los mapas realizados son de: área de estudio, diagrama de zonas, mapa de alturas de edificios, mapa de zonificación y diagrama de cuadras.

Además, se realizó una tabla (Tabla 1), en la cual se divide el área de estudio en ocho zonas donde se muestra algunos datos morfológicos como la superficie (m^2), la cantidad de edificios, altura mínima, altura media y máxima de las edificaciones, y algunos edificios destacados de esa zona, la cantidad de árboles y también indica si el río Matasnillo atraviesa esa zona.

Tabla 1. Descripción de datos morfológicos de las zonas dentro del área de estudio.

Zona	A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie (m2)	39966,81	67075,77	46958,70	53634,42	55506,06	17901,86	67397,29	70683,38
Cantidad de Edificios	9	23	23	63	7	12	45	5
Altura Mínima (m)	4,0	3,5	3,5	3,5	9,0	3,0	3,5	3,0
Altura Media (m)	37,5	13,1	34,8	7,1	62,2	6,7	5,4	20,60
Altura Máxima (m)	207,0	71,0	236,0	17,5	176,0	15,0	122,5	87,5
Cantidad de Arboles	22	127	40	48	59	22	48	110
Río	no	no	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Edificios Destacados	Novey & Kohler, Soho Mall	Capital Bank, Lumicentro	Banco General de Marbella, Plaza Marbella	Café Unido de Marbella	Wao 97.5, Torre Global bank	Dominos 's Pizza, Alamo	Plaza Boulevard Street Mall	Panama Sports Club

Conjuntamente se calcularon otros parámetros morfológicos que son el H/W, el SVF y la cantidad de árboles.

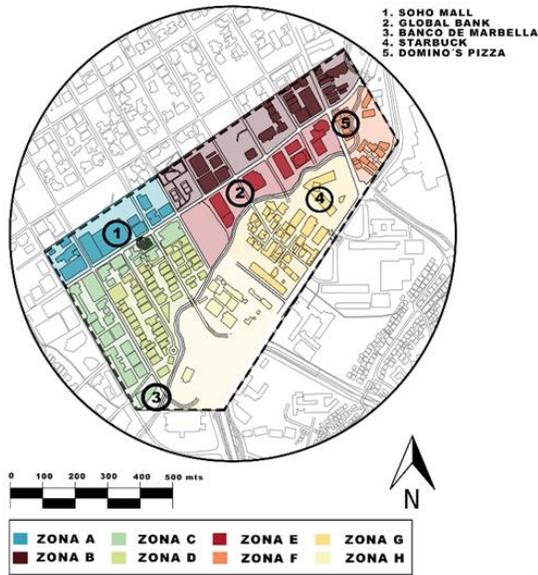


Figura 2. Sectores de estudio, y puntos específicos de medición

2.1.1. Relación Ancho-Altura (H/W)

Para obtener el H/W, la relación de altura y ancho, se llevó a cabo una medición aproximada de las alturas de dichos edificios, posterior a esto se realizó una división entre la altura de los edificios escogidos para la investigación y los que se encuentran ubicados frente a ellos, con el propósito de obtener un promedio de altura que luego sería dividido entre el ancho de calle el cual se extrajo de la medición de las vías que se encuentran próximas a los puntos de estudio. Posteriormente, se calculó el H/W, dividiendo la altura promedio de los edificios entre el ancho de la calle [8][7].

2.1.2. Factor de Cielo Visible (SVF)

El Factor de Cielo Visible es una medida de la apertura del cañón o para una ubicación dada en un cañón de calle, la

fracción del cielo que es visible desde esa ubicación. SVF es un parámetro adimensional con valores entre 0 y 1, esto último significa que todo el cielo es visible desde el punto dado, para esto se utiliza la siguiente formula $SVF_{2D} = \cos(\arcsin(\frac{H}{0.5W}))$ donde H es la media de altura de los edificios y W sería el cañón de calle [9].

2.1.3. Conteo de árboles

Para analizar las interacciones entre las variables micro climáticas y los parámetros morfológicos que intervienen en el confort térmico de los espacios urbanos de la zona de estudio, uno de los parámetros de mayor interés es el conteo de árboles, debido a que la existencia de forestación urbana muestra significancia estadística en la mejora de la condición de confort térmico exterior [7].

Durante el desarrollo de esta investigación para obtener el parámetro morfológico conteo de árboles, en la zona de estudio, recurrimos inicialmente al software OpenTreeMap [10] cuyo principal objetivo es darles a sus usuarios la capacidad de llevar un registro de los árboles que se encuentran en una zona. Este software es utilizado principalmente por instituciones municipales para llevar el inventario de los árboles. Sin embargo, no cuenta por el momento con la capacidad de detectar automáticamente los árboles en la zona designada.

Para solventar este reto, y poder realizar el conteo automático de los árboles se utilizó la librería de aprendizaje automático profundo DeepForest [11] [12], que está entrenada, para a partir de imágenes de áreas similares a las proporcionadas por OpenTreeMap, poder contar la cantidad de copas de árboles que se encuentran en las zonas estudiadas.

Sin embargo, esta librería fue entrenada y especializada en el conteo de árboles de zonas boscosas, por lo que fue necesario hacer una adaptación de la librería donde se proporcionaron

imágenes con mayor grado de saturación de colores para resaltar los elementos verdes dentro del paisaje urbano; de forma que la librería fuera capaz de encontrar las coronas de árboles que se encontraban distribuidos en la zona de estudio.

2.2. Análisis climático del sector

Para microclimas, la literatura indica que las variables de mayor interés son: temperatura, humedad, valor de radiación, sensación térmica, velocidad del viento, presión atmosférica, descripción del clima. Por lo que para el desarrollo de esta investigación se procuró construir una estructura de datos que permitiera que los datos recibidos fueran almacenados en una tabla donde son diferenciados por los datos de latitud y longitud de los puntos de interés [7]. Los puntos de interés son seleccionados a partir de sus diferentes combinaciones de parámetros morfológicos, debido a esto, es necesario obtener la data climática de esos puntos específicos, de forma rápida, para alimentar así nuestra estructura de datos para su posterior análisis.

Para este fin, se recurrió al uso de las bases de datos climáticas públicas que existen a nivel global y que diariamente registran esta información en sus sistemas en tiempo real [13].

Esto se consigue accediendo a los datos públicos de los sistemas Visual Crossing Weather [14] y OpenWeather[15] a través de su APIs (Application Programming Interface) públicos.

El API de Visual Crossing Weather se utilizó para construir data histórica de los tres primeros meses del año 2020 de los puntos de interés. Esto funciona indicando la latitud y la longitud de los puntos de interés, del punto de lectura y la fecha de consulta. Para este proyecto se utilizó el periodo que incluye 1 de Julio de 2019 hasta 1 de junio de 2020. OpenWeather se utilizó para obtener los datos climáticos de cada hora a partir del momento en que dejamos de recibir los datos históricos [16].

Una vez los datos fueron consumidos e ingresados en nuestra tabla, se designó un periodo de estudio en el que se pudiera observar cambios significativos. A partir de ellos se optó por restringir el estudio a los primeros 3 meses del año 2020, por ser temporada de verano.

Sobre este periodo se analizaron las horas del día que van entre las 7 de la mañana y las 6 de la tarde, promediando los datos climáticos obtenidos en rangos de dos horas. De forma que tuviéramos data equiparable con la información de los parámetros morfológicos capturados, y se pudiera realizar un buen análisis.

2.3. Correlación de Pearson

Con el fin de cuantificar que parámetros morfológicos tienen relación con las variables micro climáticas de interés, en este

caso la temperatura y la sensación térmica, se propuso el uso del coeficiente de correlación de Pearson, para este proyecto este recibirá como datos de entrada la estructura de datos propuestos que incluye las variables de microclima y los parámetros de morfología urbana [7].

Los coeficientes de correlación son expresiones numéricas que indican el grado de relación lineal existente entre 2 variables cuantitativas, es decir no se puede utilizar con valores cualitativos tales como el tipo de clima (soleado, lluvioso, etc.). En el coeficiente de correlación (r) sus valores suelen oscilar entre -1 y $+1$. Esta magnitud indica el grado de asociación entre las variables donde el valor 0 indica que no existe relación entre las variables.

Los valores ± 1 son indicadores de una correlación perfecta, siendo positiva al crecer ambos valores a la vez o cuando su crecimiento es inversamente proporcional.

En este estudio se realizó un análisis inicial por cada una de las zonas y finalmente se hizo un estudio con los datos de todos los puntos de interés. Para calcular entonces la matriz de correlación se empleó el software InfoStat [7].

3. RESULTADOS

3.1. Resultados del estudio morfológico del sector

En la figura 3 se puede observar el mapa de zonificación representado por una escala de colores que buscan identificar los códigos existentes, en donde muestra que el área de estudio es de uso mixto, donde la gran mayoría de la codificación es de uso residencial y la más escasa es de uso público.

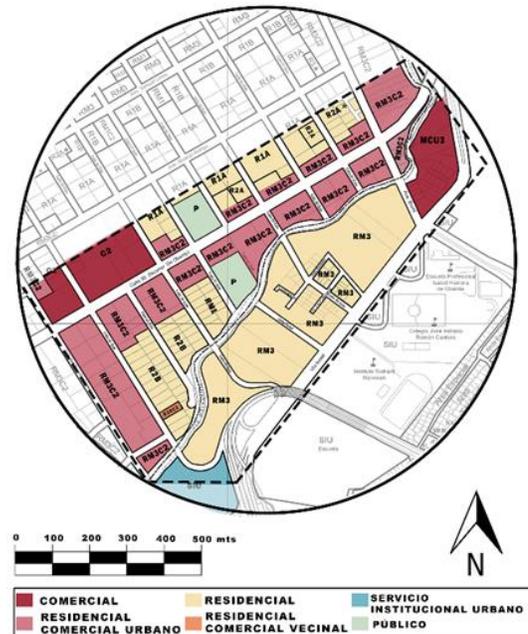


Figura 3. Mapa de zonificación del área de estudio.

En la figura 4, se indica la gran diversidad de tamaños y formas de los lotes del área de estudio. Sus superficies van desde 1000 metros cuadrados hasta 40 000 metros cuadrados.

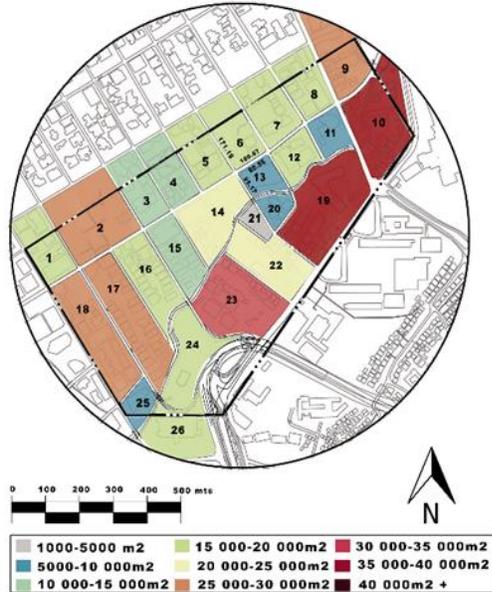


Figura 4. Mapa de cuadradas del área de estudio.

En la figura 5 se puede observar el mapa de alturas de edificios compuesto por una escala de colores utilizada para identificar el rango de altura de las diferentes edificaciones de la zona de estudio, dichos edificios van desde los 3 metros de altura hasta los 246.40 metros, siendo el F&F Tower el edificio más alto del área de estudio. El mapa se desarrolló con el propósito de obtener un rango aproximado de las alturas existente en la zona y así poder llevar a cabo los cálculos de H/W.

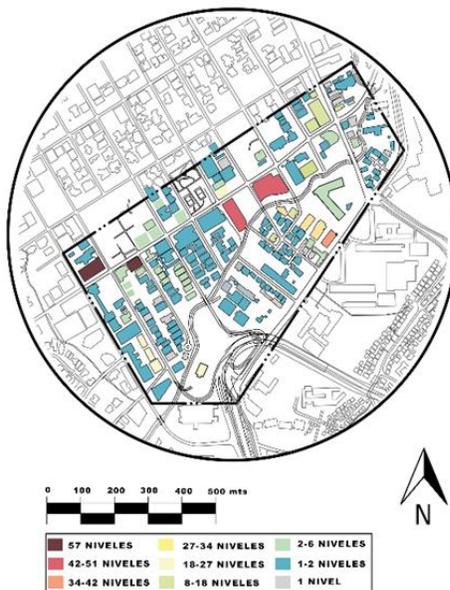


Figura 5. Mapa de Alturas de edificaciones.

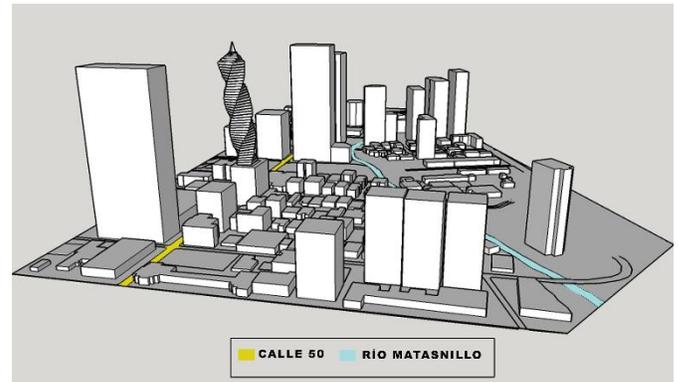


Figura 6. Perspectiva aérea del área de estudio.

La figura 6 muestra la perspectiva aérea del área de estudio en la que se observa de manera tridimensional las alturas de la zona. Los parámetros morfológicos urbanos involucrados en este estudio incluyen el porcentaje de área verde, relación H / W y SVF. En base a estos parámetros, se analizó y discutió la temperatura del aire exterior. Los hallazgos explicaron que los parámetros morfológicos urbanos, como un área verde más grande, una relación H / W baja y un SVF alto podrían proporcionar efecto de enfriamiento a las zonas circundantes [8].

3.1.1. Resultados del H/W:

En este caso haremos una comparación entre dos resultados obtenidos de los cálculos de H/W, específicamente del Banco General de Marbella y el Soho Mall. En el caso del Banco General el H/W dio como resultado una cifra de 0.32 lo que indicaría en teoría que tiene una de las condiciones para ser un lugar más fresco por el cual transitar; al contrario el de Soho Mall dio como resultado un H/W de 4.69 lo que en teoría le da una de la condiciones para ser un sitio más caluroso, esto se puede adjudicar a la diferencia de altura entre los dos edificios ya que las corrientes de aire al ser edificios más bajos pueden desplazarse mejor, en cambio los edificios más altos interrumpen el paso del viento lo que genera áreas calurosas.

3.1.2. Resultados del Factor de Cielo Visible (SVF):

Se observó que el SVF del punto 1, Soho Mall (Zona A) y el punto 2, Global Bank (Zona E) se obtuvo un rango de 0.10 y 0.19, respectivamente, de manera que se encuentra un mayor factor de cielo visible, demostrando que hay mayor incidencia de radiación solar directa en la Zonas A y E, lo cual, en teoría, mantiene el aire más caluroso en estas zonas.

Además, se observó que el SVF del punto 3, Banco General de Marbella (Zona C), el punto 4, Starbucks de Street Mall (Zona G) y el punto 5, Domino's pizza (Zona F), se obtuvo un rango entre 0.72 a 0.84, de modo que se encuentra un menor factor

de cielo visible, facilitando la mayor protección de la incidencia de la radiación solar directa en la zona C, G y F, lo cual indicaría, en teoría, que tiene una de las condiciones para ser un lugar más sombreado por el cual transitar.

3.1.3. Resultados del Conteo de Árboles:

La tabla 2 además de mostrarnos los resultados de otras variables morfológicas analizadas, también muestra los resultados correspondientes al conteo de árboles ubicados en los cinco puntos específicos dentro del área de estudio, gracias a esta tabla podemos apreciar que existen zonas que carecen de vegetación, esto lo podemos adjudicar a la gran huella de concreto que poseen los edificios que comprenden el área de estudio. En cambio, en otros puntos se pueden observar mayor cantidad de árboles, esto gracias a que los terrenos en que se encuentran ubicados estos, están cerca del Río Matasnillo y son áreas verdes que no han sido intervenidas.

La zona de la Torre Global que está cerca del Río Matasnillo es el punto con más cantidad de árboles, posee 254 árboles. Las zonas de Soho Mall y Dominos' Pizza cuentan con 22 árboles siendo las zonas con más escasa vegetación. El área de estudio cuenta con 566 árboles en total.

Tabla 2. Resultados de los parámetros morfológicos de los puntos específicos de medición.

Nombre	Soho Mall	Dominos's Pizza	Torre Global bank	Banco General de Marbella	Starbucks-Street Mall
Latitud	8,983,247	8,985,817	8,984022	8,979,334	8,984,085
Longitud	-79,519,249	-79,513,736	-79,516724	-79,518,768	-79,513,536
Zona	A	F	E	C	G
H/W	4.69	0.47	2.57	0.32	0.44
SVI	0.10	0.72	0.19	0.84	0.74
Cantidad de Arboles	22	22	254	198	70

3.2. Resultados del estudio climático del sector

Como se observa en la Tabla 3, los datos climáticos han sido organizados alrededor de los cinco puntos de interés, que representan diferentes configuraciones morfológicas por lo que se esperaba que las variables de microclima urbano tuvieran variaciones a medida que nos desplazamos alrededor de estas zonas.

Sobre la tabla, es importante destacar que está organizada con los promedios de los valores climáticos por horas de interés durante los primeros tres meses del año 2020. Estas horas de interés son de 7:00 a.m. a 8:00 a.m., 11:00 a.m. a 12:00 p.m., 3:00 p.m. a 4:00 pm., 7:00 p.m. y 8:00 p.m., que representan hitos importantes durante el día como se menciona [7], si tomamos en consideración que durante los tres primeros meses del año Panamá se encuentra en su estación seca en la que las precipitaciones son muy escasas provocando que las jornadas

sean típicamente calientes y soleadas, adicionando que la geografía local puede modificar sustancialmente estos patrones climáticos, como observaremos:

3.2.1 Resultado de data de temperatura:

Basado en la información recolectada, podemos indicar que las horas de inicio de la mañana, tienen temperaturas que oscilan entre los 25° C hasta los 27°C, sin embargo, ya con el inicio de la mañana y hasta el final de la jornada las temperaturas tienen un aumento de 3° a 5° grados centígrados oscilando entonces los rangos de 29°C a 30°C.

Si bien la temperatura por sí misma no es un factor decisivo en cuanto a lo agradable del ambiente en los puntos de estudio, podemos observar que las temperaturas más altas se registran al final del día a partir de las 3:00 PM. Siendo marzo el mes más caliente en temperatura promedio de los meses estudiados.

3.2.2 Resultados de datos de humedad:

Entre las características climáticas de Panamá está su elevada humedad relativa con promedio anual de 75.7% según datos de la empresa estatal de transmisión de energía ETESA. Sin embargo, es interesante que, basado en los datos recabados, la humedad promedio se mantenía en un rango superior al 80% durante las primeras horas de la mañana, en cuanto a las medidas de inicio de jornada, sin embargo, la misma descendía hasta 40 puntos porcentuales hasta casi el final del día para volver a aumentar una vez caída las primeras horas de la noche según los datos recolectados que podemos observar en la tabla 3. Entre tanto se sugiere que esta caída sea verificada en futuros estudios.

3.2.3 Resultados de datos de velocidad de viento:

En la zona de estudio, y principalmente en los puntos de interés se puede observar que la información de velocidad de viento es muy variada, sin embargo, su comportamiento es muy similar a través de las horas a pesar de encontrarse con diferentes configuraciones morfológicas, lo que sin un estudio a profundidad pudiera indicarnos que esta variable climática no se ve influenciada por los parámetros de morfología urbana.

Resultados de Data de Sensación térmica:

Los datos de la sensación térmica son directamente afectados por las variables climáticas de temperatura y humedad, haciendo que el ambiente sea más o menos agradable para las personas que se encuentran en ese lugar. Como se observa en la tabla 3, el aumento de la temperatura es asociado a la sensación térmica que oscila entre 1° hasta los 4° centígrados. Observamos que ante mayor humedad como ocurre a principios de la jornada la sensación térmica tiene un aumento en un rango de 3° a 4° centígrados. Sin embargo, esta tendencia va disminuyendo durante el día hasta llegar a la última hora de la jornada donde la diferencia entre la temperatura y la sensación térmica es de no más de 1° centígrado.

Durante el análisis hemos observado que los valores de sensación térmica se ven muy similares entre los puntos con diferentes configuraciones morfológicas. Y en relación con los

regulador en la zona de estudio. Esto es debido a una de las características morfológicas que no estudiamos en este artículo que es la presencia de un afluente pluvial que pasa a través de varios puntos de la zona de estudio. Aspecto que también debe

Tabla 3. Resultados de variables micro climáticas por punto.

variables Climáticas	Punto	Soho Mall			Banco General de Marbella			Starbucks Street Mall			Global Bank			Domino's Pizza		
	Meses	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo
Temperatura (C°)	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	25,37	25,42	25,39	25,16	25,42	25,39	25,36	29,53	27,37	25,49	25,42	25,41	25,34	25,42	25,39
	11:00 a.m. -12:00 p.m.	30,33	31,17	31,91	30,06	31,17	31,77	30,33	33,20	33,27	30,15	31,21	31,90	30,33	31,17	31,90
	3:00 p.m. - 4:00 p.m.	30,68	31,59	32,49	30,71	31,59	32,49	30,68	32,70	32,49	30,63	31,72	31,43	30,68	31,59	32,49
	7:00 p.m. -8:00 p.m.	27,85	28,33	30,13	27,88	28,33	29,06	27,84	33,13	31,19	26,73	28,36	30,43	27,85	28,33	29,07
Humedad (%)	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	84,88	83,71	80,30	84,51	83,71	80,30	84,90	83,71	80,30	84,47	83,11	80,97	84,99	83,71	80,29
	11:00 a.m. -12:00 p.m.	64,51	58,58	51,77	64,01	58,58	52,49	64,52	58,58	52,03	65,50	58,02	52,46	64,52	58,57	52,03
	3:00 p.m. - 4:00 p.m.	62,48	54,35	48,45	61,88	54,35	48,51	62,49	54,35	48,59	62,62	53,36	50,42	62,49	54,35	48,79
	7:00 p.m. -8:00 p.m.	72,56	67,11	60,83	73,16	67,15	59,22	72,59	67,17	59,31	72,93	66,14	58,82	71,28	67,17	59,20
Sensación Térmica (C°)	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	29,57	29,63	29,19	29,80	29,63	29,18	29,60	29,62	29,16	29,48	29,52	29,24	29,52	29,63	29,19
	11:00 a.m. -12:00 p.m.	34,36	34,73	34,59	34,08	34,73	34,55	34,38	34,79	34,58	34,45	34,63	34,68	34,38	34,75	34,58
	3:00 p.m. - 4:00 p.m.	34,49	34,52	34,72	33,82	34,52	34,73	34,50	34,53	34,72	34,39	34,53	34,88	34,50	34,43	34,72
	7:00 p.m. -8:00 p.m.	30,91	30,81	32,09	30,50	30,81	30,93	30,94	32,87	30,82	30,83	30,78	30,61	29,02	30,82	30,93
Velocidad de Viento (km/h)	7:00 a.m. - 8:00 a.m.	8,26	10,47	9,71	8,26	10,51	9,71	8,25	25,82	19,66	8,45	10,70	8,89	8,11	10,49	9,70
	11:00 a.m. -12:00 p.m.	19,22	23,73	21,72	15,49	23,73	21,37	19,22	27,68	26,83	20,16	24,32	19,86	19,23	23,73	21,64
	3:00 p.m. - 4:00 p.m.	21,65	25,59	23,63	23,35	25,62	23,49	21,64	30,31	27,67	21,85	25,29	23,13	21,64	25,62	23,64
	7:00 p.m. -8:00 p.m.	14,89	18,90	20,05	14,50	19,03	19,62	14,87	27,91	21,78	15,09	18,74	19,31	15,05	19,02	19,58

datos podemos observar que la humedad entra como factor

3.3. Resultados de la Correlación de Pearson

El resultado de las correlaciones de Pearson entre las variables micro climáticas y los parámetros morfológicos se organizó en la tabla 4. Luego de la evaluación, hemos observado que en el análisis, a partir de la matriz de correlaciones, se indica que existe relación lineal directa entre las variables micro climáticas, temperatura y las morfológicas H/W y SVF en la zona de Calle 50, y además una correlación positiva, pero no tan significativa con la cantidad de árboles.

Al mismo tiempo se observa una correlación negativa entre la humedad y las variables morfológicas SVF y Cantidad de árboles, también existe una mínima correlación entre la humedad y el H/W.

Tabla 4. Resultados de las correlaciones de Pearson.

	H/W	SVF	ÁRBOLES
TEMPERATURA	0.76	0.55	0.44
HUMEDAD	0.12	1.50E-03	2.30E-05
SENSACIÓN TÉRMICA	0.42	0.09	0.02
VELOCIDAD DE VIENTO	0.04	3.00E-05	2.40E-08

4. DISCUSIONES

Entre las principales limitantes encontradas durante el desarrollo de este estudio se encuentra que durante los meses de marzo del 2020 hasta junio de 2020, Panamá se encontraba bajo una estricta cuarentena que limitaba la movilidad. Esto provocó que fuera imposible obtener mediciones de campo.

evaluarse con mayor profundidad en futuros estudios.

Al no poder hacer mediciones directas sobre los puntos, se optó por obtener los datos climáticos a través de la base de datos climáticos públicas disponibles. Sin embargo, estas medidas dependen de la precisión de los instrumentos en las estaciones climáticas, así como de la disponibilidad de los datos. Las cuales no pueden contrastarse con datos locales, pues las entidades estatales se encontraban ocupadas manejando la crisis sanitaria.

Otra limitante importante, ocurre al obtener el parámetro morfológico de Factor de Cielo Visible. En los artículos donde se hace referencia a este parámetro se utilizó un instrumento de medición llamado cámara de ojo de pez, que a través de un software hacía el análisis de dicho factor. Esto fue influenciado igualmente por la movilidad reducida. Es por esto por lo que se optó por utilizar otra versión del cálculo del factor de cielo visible donde el análisis se hacía en dos dimensiones, tomando en cuenta la altura de los edificios de la zona y el tamaño del cañón de la calle.

Además, podemos mencionar que durante el desarrollo de este estudio no se tomó en cuenta la influencia del afluente pluvial que recorre a través de la zona de estudio.

En cuanto a otras de las variables morfológicas, encontramos una limitante en el cálculo de conteo de árboles. En Panamá, durante la alcaldía de José Isabel Blandón, se hizo un inventario de todos los árboles del distrito de Panamá, sin embargo, esa data no se encuentra actualmente disponible, por lo que recurrimos al uso de una librería de inteligencia

artificial profunda que se encuentra en desarrollo en estos momentos. El margen de error de detección de coronas de árboles con el software de DeepForest es del 0.1892%.

Con respecto al estudio de las relaciones entre variables climáticas y parámetros morfológicos, la correlación de Pearson fue la que utilizamos para analizar la relación entre variables continuas. Sin embargo, al no tomar en cuenta la variable que influye en la humedad, que sería el Río Matasnillo, puede que la relación contra la sensación térmica se haya visto afectada.

Finalmente, por factores de tiempo, no se incluyó en el estudio los meses de abril hasta junio, a pesar de que estos incluían los cambios propios del cambio a la temporada lluviosa, así como la influencia de abril que en promedio anual ha sido el mes más caluroso registrado.

5. CONCLUSIONES

Basado en los resultados observados, al comparar las variables micro climáticas contra los parámetros de morfología urbana estudiados, en la zona de los alrededores de Calle 50, podemos indicar que los parámetros de morfología urbana que tienen mayor impacto sobre la sensación térmica en exteriores son el H/W y el SVF, como se observa en la tabla de Correlación de Pearson General (Tabla n°4)

Si bien se observa que la variable de Sensación Térmica es similar en todos los puntos de estudio, podemos concluir que es debido a las diferentes configuraciones morfológicas de la zona, que contribuyen de una u otra manera a mantener la sensación térmica homogénea en toda el área. Esto lo podemos constatar revisando la tabla de parámetros morfológicos (Tabla 2) en los cuales se observa que los puntos con un H/W alto tienen un SVF inversamente proporcional, y viceversa.

Los puntos de estudio muestran diferentes configuraciones morfológicas que por su distribución regula la temperatura calculada en la zona, lo que hace significativo que las sombras de ciertos edificios, la existencia de ciertas áreas verdes y la presencia del afluente pluvial, se convierta en factores sobre los cuales vale la pena realizar un estudio a profundidad.

Sin embargo existen zonas como la de Street Mall, cuyo valor de SVF, es tan amplio que opaca el hecho de que su parámetro morfológico H/W sea bajo, y al no contar con zonas de áreas verdes significativas y tener una gran huella de concreto, contiene todos los factores que lo convierte en el punto más caliente del estudio.

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, se puede observar que las configuraciones de morfología urbana de los alrededores de Calle 50 influyen directamente en la sensación térmica de las personas que se localizan en el área de estudio.

AGRADECIMIENTOS

En esta investigación agradecemos el apoyo que nos brindó Joseph J. Johnson en la obtención de la data climática y el conteo automático de los árboles en el área de estudio.

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

REFERENCIAS

- [1] M. L. Córca and M. A. Ruiz, "Aspectos cuantitativos y cualitativos de la luz solar en recintos urbanos de alta densidad edilicia en climas soleados (período invernal)," *Rev. Hábitat Sustentable*, vol. 8, no. 1, pp. 16–27, Jun. 2018, doi: 10.22320/07190700.2018.08.01.02.
- [2] I. Tumini and A. Pérez Fargallo, "Del Confort Térmico En Espacios Abiertos , En Madrid," *Habitat Sustentable*, vol. 5, pp. 57–67, 2015.
- [3] E. Higuera, "Urbanismo bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos," *Cuad. Investig. Urbanística*, vol. 24, no. April 2011, p. 80, 1998.
- [4] T. R. Oke, "Initial Guidance To Obtain Representative," *Wmo Iom*, no. 81, 2004, doi: [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(74\)90295-1](https://doi.org/10.1016/0021-9797(74)90295-1).
- [5] E. N. Correa, "Sobre La Habitabilidad Térmica Exterior En Una Ciudad De Clima ...," no. July, 2017, doi: 10.22320/07190700.2017.07.01.05.
- [6] M. Nikolopoulou and S. Lykoudis, "Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries," *Build. Environ.*, vol. 41, no. 11, pp. 1455–1470, 2006, doi: 10.1016/j.buildenv.2005.05.031.
- [7] C. M. A. Sosa María Belen, Correa Erica Norma, "Influencia de la morfología urbana sobre la habitabilidad térmica exterior en una ciudad de clima árido."
- [8] S. A. Zaki *et al.*, "Effects of urban morphology on microclimate parameters in an urban university campus," *Sustain.*, vol. 12, no. 7, Apr. 2020, doi: 10.3390/su12072962.
- [9] M. Dirksen, R. J. Ronda, N. E. Theeuwes, and G. A. Pagani, "Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies," *Urban Clim.*, vol. 30, no. February, p. 100498, 2019, doi: 10.1016/j.uclim.2019.100498.
- [10] "OpenTreeMap — Create greener communities and explore our urban forests, together." <https://www.opentree.org/> (accessed Jul. 20, 2020).
- [11] B. G. Weinstein, S. Marconi, S. Bohlman, A. Zare, and E. White, "Individual tree-crown detection in rgb imagery using

- semi-supervised deep learning neural networks,” *Remote Sens.*, vol. 11, no. 11, pp. 1–13, 2019, doi: 10.3390/rs11111309.
- [12] B. G. Weinstein, S. Marconi, S. A. Bohlman, and A. Zare, “Geographic Generalization in Airborne RGB Deep Learning Tree Detection 1,” *bioRxiv*, p. 790071, Oct. 2019, doi: 10.1101/790071.
- [13] K. Javanroodi and V. M. Nik, “Interactions between extreme climate and urban morphology: Investigating the evolution of extreme wind speeds from mesoscale to microscale,” *Urban Clim.*, vol. 31, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.uclim.2019.100544.
- [14] “Historical Weather Data & Weather Forecast Data | Visual Crossing.” <https://www.visualcrossing.com/weather-data> (accessed Jul. 26, 2020).
- [15] “OpenWeatherMap® API: Get Historical & Current Weather Data | RapidAPI.” https://rapidapi.com/blog/lp/openweathermap/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Alpha_102849194322&utm_term=openweatherapi_e&gclid=Cj0KCQjw3ZX4BRDmARIsAFYh7ZJSmQcnMoNxNCGWC-WvJq_qQIsUZI7ikGgZoj_y3j24y4zkJzoYeKQaAikEALw_wcB (accessed Jul. 08, 2020).
- [16] “One Call API: weather data for any geographical coordinate - OpenWeatherMap.” https://openweathermap.org/api/one-call-api?gclid=CjwKCAjwgdX4BRB_EiwAg8O8He5c2H17ADznPVvAgfa39B1tLqQNVGMP1gUgctUfyvbFQAxGylewLBoCB5AQAvD_BwE (accessed Jul. 20, 2020).

Fecha de recepción: 03 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 27 de octubre de 2020.

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA URBANA DE UN SECTOR DE OBARRIO

Paola Jiménez ^{1a}, Alexis López ^{1b}, Mariela Villa ^{1c}, Daniel Wilson ^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

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

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

^{1a} michelljc7@gmail.com , ^{1b} Alexisjl.2712@gmail.com , ^{1c} marielavilla17@gmail.com , ^{1d} danielw3797@gmail.com , ^{1,2e} jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: La morfología urbana de nuestras ciudades, influye y determina los microclimas que se originan en cada una de ellas. La forma en que se dispone la ciudad, su orientación, la altura de edificios, el ancho de calles, disponibilidad de áreas verdes y la cantidad de área pavimentada son aspectos claves a la hora de analizar el microclima que se produce en los diferentes sectores de la ciudad.

En este estudio describimos las características morfológicas de Obarrio, donde se eligió un área de 34 manzanas en las que se desarrollan usos mixtos con edificaciones de distintas alturas. Elaborando mapas para representar las condiciones existentes, mediante el uso de herramientas como Google Earth [10], se encontró que las condiciones actuales no favorecen a los peatones, a pesar de ser un sector con trazado mayormente regular y presentar mayor área verde que otros sitios. Además, aproximadamente el 79% de los edificios tienen de 3 m a 15 m de altura.

PALABRAS CLAVE: Disponibilidad de áreas verdes, Factor visible de cielo, Forma y masa de edificios, Morfología Urbana, Orientación de calles, Relación Ancho - Altura, Uso de suelo

ABSTRACT: The urban morphology of our cities, influences the microclimate that generates in each one of them. The way the city is arranged, its orientation, height of buildings, width of streets, availability of green space and the amount of paved area are key aspects when analyzing microclimate.

In this study, we aim to describe the morphological characteristics of Obarrio, where an area of 34 blocks, with mixed land use and buildings of different height, was chosen. Making maps to represent existing conditions, using tools such as Google Earth, it was found that current conditions do not favor pedestrians, despite being a sector with a mostly regular layout and presenting a greater green area than other sites. Also, there is a 79% of 3 to 15 meters high buildings.

KEYWORDS: Availability of green open spaces, Sky view factor, Shape and mass of buildings, Urban Morphology, Streets orientation, H/W ratio, Land use.

1. INTRODUCCIÓN

La distribución desproporcionada del uso del suelo provoca la concentración de la actividad urbana en ciertos puntos, lo que contribuye a la densidad de construcción, que está estrechamente relacionada a la morfología urbana, como la forma y la masa de edificios y la distancia entre edificios. La altura de los edificios y la disponibilidad de área verde juegan un papel importante en la formación de un microclima urbano [5].

En el área de Obarrio, los edificios altos se sitúan en puntos aleatorios sin tomar en cuenta la altura de los edificios

circundantes lo que ocasiona la creación de microclimas muy variables que pueden favorecer o no al confort térmico y ambiental en el sitio. Obarrio, situado en medio de la ciudad, posee una característica en su uso de suelo muy beneficiosa en cuanto a términos de urbanismo se trata, ya que maneja el uso mixto, lo cual no ha sido aprovechado de la mejor manera con relación a morfología y microclima se trata.

Una de las necesidades actuales de aglomeraciones urbanas es una mayor densidad. Sin embargo, una alta densidad de construcción no significa necesariamente una alta densidad de población [6].

La literatura científica nacional publicada hasta el momento

no ha estudiado estos aspectos de la morfología urbana de Obarrio.

En las últimas décadas, muchos investigadores han tratado de determinar la forma en que la morfología urbana afecta aspectos de microclima, como humedad, temperatura del aire, entre otros, utilizando variables como orientación de edificios y calles, densidad urbana, altura, masa y forma de los edificios, entre otras.

Según estudios, la morfología urbana influye en el microclima urbano, y viceversa. Por lo tanto, el diseño urbano efectivo con la consideración del clima local se ha convertido en una tarea importante y urgente para las ciudades con altas densidades de construcción [3, 4].

Entre los métodos para estudiar los efectos de la morfología urbana en el microclima, está el Sky View Factor o factor visible cielo y relación alto-ancho [11, 13].

Estudios previos sobre la relación altura - ancho de calle han hallado que, la máxima profundidad estudiada con H/W , en la forma urbana puede proporcionar un confort térmico exterior preferible que una forma urbana dispersa. De cualquier manera, en el caso de un asentamiento sobrepoblado, la forma urbana compacta tiene una influencia significativa en el aumento de la humedad [2].

La evidencia reciente sobre el Sky View Factor, sugieren que, en las zonas urbanas, la configuración geométrica 3D de la cubierta de la superficie urbana juega un papel importante en la restricción de la pérdida de calor por radiación de onda larga. También contribuye a las variaciones de temperatura intraurbana por debajo del nivel del techo, el SVF es el parámetro más apropiado que describe esta situación [3].

Este documento tiene por objetivo general conocer los diferentes aspectos morfológicos de Obarrio, utilizando como base de estudio la recopilación de datos mediante gráficas y mapeos. Sus objetivos específicos son: (a) Comparar y evaluar las alturas de edificios encontradas en el sector de Obarrio; (b) Analizar y evaluar las distancias entre edificios, teniendo en cuenta sus servidumbres; (c) Reconocer y analizar las áreas verdes y espacios públicos localizadas en el área de estudio.

2. METODOLOGÍA

Para describir la morfología urbana del área de Obarrio se eligió un sector de 34 manzanas en las que se desarrollan usos mixtos con edificaciones de distintas alturas. En la figura 1, podemos ver que está delimitado por Vía España, Calle 50, Av. Brasil y Calle 53 Este.

En este sector se realizará un estudio descriptivo representado en mapas donde se especificará su localización, uso del suelo, altura de los edificios, orientación vial, servidumbre de calles, vegetación, áreas permeables existentes, así como también los tamaños y las superficies de las manzanas. Además, se tomarán en cuenta aspectos como relación ancho/altura y

factor visible de cielo.

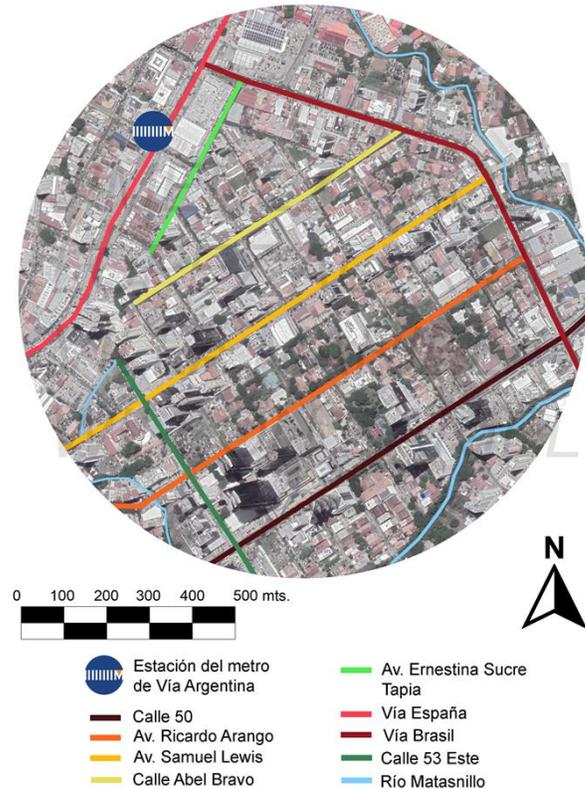


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

2.1. Elaboración de Mapas

El análisis de las variables determinadas fue efectuado mediante la confección de mapas. Se estudiaron las normas de uso de suelo y las servidumbres viales utilizando datos obtenidos del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT) [7, 8].

La estimación de altimetría se logró por medio de un conteo de pisos de los edificios a través de fotos obtenidas de Google Imágenes, Google Maps [9] y Street View, donde se asume 3 metros de altura en pisos regulares y 6 metros de altura en planta baja para los edificios de mayor altura. Esto se complementa con datos obtenidos de un archivo de volumetría de la ciudad en el software Qgis.

El tamaño de manzanas y la vegetación se pudo medir y visualizar utilizando la herramienta de Google Maps y Google Earth. Al estudiar el área verde se tomaron en cuenta tanto el suelo permeable (césped, tierra) y la vegetación (árboles).

2.2. Relación alto-ancho (h/w)

El estudio de la relación alto-ancho ayuda a transformar espacios tridimensionales en secciones de dos dimensiones

[13]. Este se utiliza para comparar con variables de microclima para evaluar su relación.

Como criterio para la elección de las vías a estudiar, se tomaron dos vías principales y dos secundarias que estuvieran próximas a los edificios más altos del área de estudio: las torres de Soho Mall. Estas fueron las vías Av. Ricardo Arango, Av. Samuel Lewis, Calle 54 Este y Calle 56 Este. Se calculó una relación del promedio de altura máxima y mínima entre la servidumbre de las vías donde se encuentran los edificios.

2.3. Sky View Factor

El Sky View factor está basado en el grado de visibilidad del cielo desde el nivel de suelo y es usado para simular cañones urbanos, que son caracterizados por un elemento horizontal (calle) y uno vertical (superficies de edificios) [1, 11, 12, 14]. Para el estudio de esta variable, se tomó una metodología que describe que para determinar el factor visible de cielo (SVF) se utiliza la fórmula

$$SVF_{2D} = \cos(\arctan[\frac{H}{W}])$$

donde **H** es la altura del obstáculo y **W** es la distancia entre obstáculos. El SVF puede ir de 0 a 1, donde 0 nos indica un terreno abierto. En este último, la radiación es reflejada muchas direcciones, mientras que en una superficie 3D más compleja, existen más oportunidades de emisión y absorción, con los edificios como factor limitante [1].

Se utilizó la máxima altura y las servidumbres de las vías Av. Ricardo Arango, Av. Samuel Lewis, Calle 54 Este y Calle 56 Este.

3. RESULTADOS

3.1. Mapas del área de estudio

Como se puede observar en la figura 2, este sector cuenta con distintos tipos de usos de suelos, donde su mayor índice de uso es el Mixto Comercial Urbano de alta densidad (RM3MCU3), mientras el menor es de uso público, sin embargo, existe una gran cantidad de viviendas unifamiliares en el sitio.

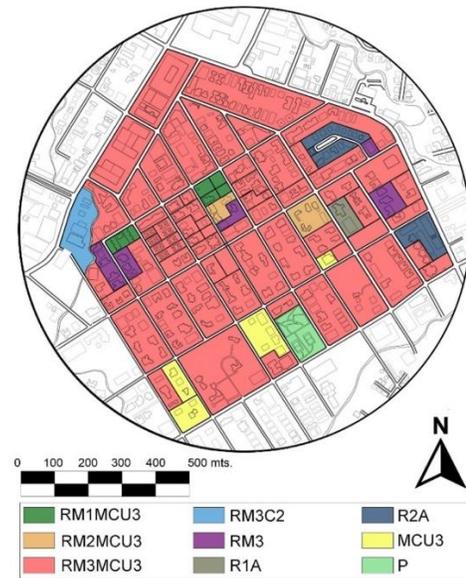


Figura 2. Mapa de zonificación

Las 34 manzanas analizadas están trazadas por calles secundarias, que incluye desde Calle 53 Este hasta Calle 61 Este, y vías principales como Calle 50, Av. Samuel Lewis, Av. Brasil y Av. Ricardo Arango. Esto genera un trazado ortogonal que facilita la conectividad vial interna.

Como indica la figura 3, la calle con mayor servidumbre es Vía España, con 40 metros. Además, alrededor del 69% de las calles cuentan con una servidumbre de 15 metros. Adicional a esto, se estima que el 62.5% del total de las calles, están orientadas dirección noroeste-sureste. También se señala la continuidad y discontinuidad vial.

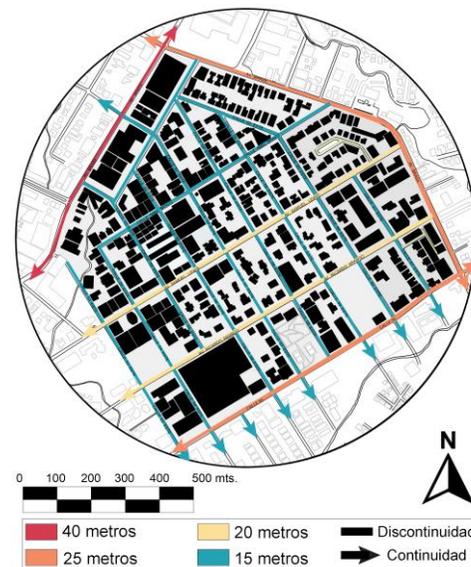


Figura 3. Mapa de servidumbres y orientación vial.

En la figura 4, se muestra el estudio de altimetría del sector, con alturas que varían de 1 a más de 60 pisos. Podemos observar que los más altos son las torres de Soho Mall, de las cuales la más alta mide 207m.

Aproximadamente el 79% de los edificios en esta zona, tienen una altura de 3 a 15 metros.

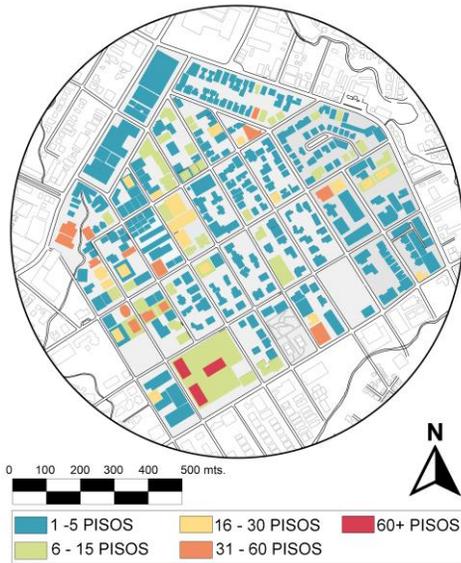


Figura 4. Mapa de altimetría

La figura 5 muestra las superficies de las manzanas que varían de 5000m² hasta 37000m². Además, la mayoría de las manzanas cuentan con un tamaño promedio de 179m x 82m, sin embargo, la más larga es de 355m.

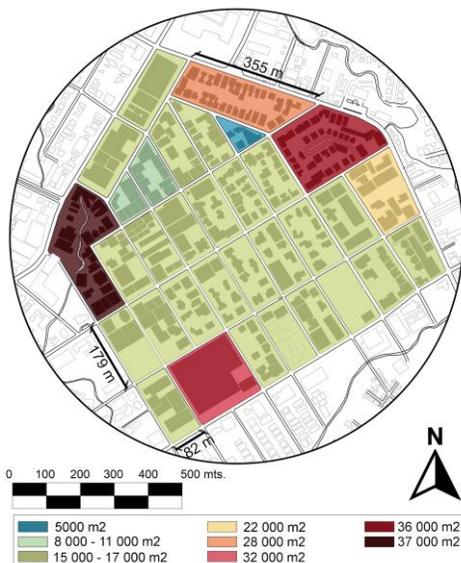


Figura 5. Mapa de tamaño de manzanas

Como se observa en la figura 6, el sector cuenta con más áreas pavimentadas que áreas verdes (suelo permeable y vegetación), lo que en época seca provoca un alza a la temperatura general del área.

Otro aspecto importante por mencionar es que mientras mayor sea el número de edificios en una manzana menor el área verde, este ejemplo podemos verlo claramente en la manzana donde se sitúa Soho Mall, que manifiesta una relación de Pavimento vs área verde muy dispar, siendo el área pavimentada la de mayor espacio abarcado.

En el sector estudiado, existe, aproximadamente, un 10% de área verde y un 2% corresponde al Parque Dr. Harry Strunz, el cual es el único parque que se sitúa en Obarrio.

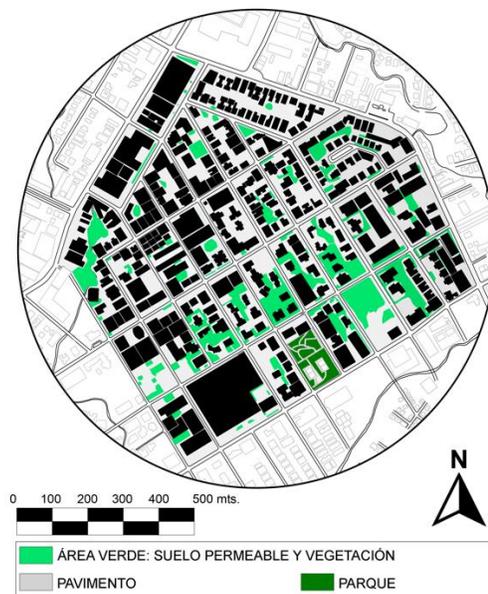


Figura 6. Mapa de área verde

3.2. Relación alto-ancho (h/w) y Factor Visible de cielo (Sky View Factor)

En la Tabla 1, podemos ver que existe una relación alto - ancho de entre 3.75 en la Av. Ricardo Arango a 7 en la Calle 54 Este. Es posible observar que el Factor Visible de Cielo varía de 0.083 en la Av. Samuel Lewis a 0.036 en la Calle 54 Este.

Tabla 1: Relación Alto – Ancho y Sky View Factor (SVF)

VÍA	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)	ALTURA PROMEDIO (m)	ANCHO DE CALLE (m)	RELACIÓN H/W	SVF
Av. Ricardo Arango	147	3	75	20	3,75	0,068
Av. Samuel Lewis	120	3	61,5	20	3,075	0,083
Calle 54 Este	207	3	105	15	7,00	0,036
Calle 56 Este	147	3	75	15	5,00	0,051

4. DISCUSIÓN

Entre los obstáculos que encontramos, se enfatiza la falta de datos exactos y actualizados de la altimetría del sector de Obarrio, por lo que este aspecto debe ser revisado para futuras investigaciones.

Otro obstáculo para destacar fue la situación que estamos viviendo con el virus COVID-19 que provocó que se dictase una cuarentena la cual no nos permitió visitar el sitio de estudio.

Los resultados encontrados utilizando la herramienta de Google maps y Google Earth, presentan un grado de error, ya que no es posible medirlos con mucha precisión.

Esta recopilación de datos podría servir de base para estudios de microclima urbano y peatonalidad, ya que los aspectos evaluados suelen utilizarse para analizar junto a aspectos de microclima como temperatura, velocidad de viento, humedad. Discutiendo los resultados es interesante observar las diferencias marcadas que existen entre manzanas, unas con abundante área verde mientras que otras con muy poca, a pesar de que estas manzanas posean casi las mismas características de tamaño y zonificación.

5. CONCLUSIONES

- La zonificación más encontrada es el RM3MCU3 o Mixto Comercial Urbano de Alta Densidad, el cual permite residencial de alta densidad con oficinas o comercios. Existe aproximadamente un 17% de viviendas unifamiliares y 15% de edificios con apartamentos.
- El sector estudiado tiene un total de 34 manzanas con un tamaño promedio de manzanas de 179 m x 82 m. Sin embargo, la manzana más grande tiene 37 000 m² con un largo de 355 m. Dicho tamaño supera hasta 6 veces las medidas ideales, de 60 m a 100 m, que debe

tener una manzana para favorecer la peatonalidad en el sector.

- Las manzanas más grandes están localizadas hacia la intersección entre Vía España y Av. Brasil.
- En general, el sector estudiado, presenta una buena conectividad interna, que se evidencia en su trazado ortogonal y sólo tiene una calle sin salida.
- Después del estudio de altimetría, se puede destacar que la mayoría de los edificios de esta área son de 1 a 5 pisos de altura. Pero existe cerca de un 5% de edificios mayores de 31 pisos
- Sólo un 10% corresponde a área verde o permeable, mientras que el resto es área edificada o pavimentada.
- En el área de estudio sólo existe un parque o área verde.
- Se encontró que la relación h/w fue mayor en la Calle 54 Este y la mínima en la Calle Av. Samuel Lewis. Esto se debe a que las alturas máximas son 207 metros y 120 respectivamente.
- Los SVF estudiados, resultan en un número mayor a 0, lo que nos indica que el área presenta varios obstáculos y la radiación solar no llega directamente a la superficie.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

Agradecimientos al profesor Rodrigo Guardia D. ya que proporcionó archivo Qgis, que contenía las altimetrías aproximadas de la ciudad de Panamá.

REFERENCIAS

- [1] M. Dirksen, R. J. Ronda, N. E. Theeuwes, and G. A. Pagani, "Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies," *Urban Clim.*, vol. 30, no. July, p. 1000498, 2019, doi: 10.1016/j.uclim.2019.100498.
- [2] B. Paramita and A. Matzarakis, "Urban morphology aspects on microclimate in a hot and humid climate," *Geogr. Pannonica*, vol. 23, no. 4, pp. 398–410, 2019, doi: 10.5937/gp23-24260.
- [3] R. Wei, D. Song, N. H. Wong, and M. Martin, "Impact of Urban Morphology Parameters on Microclimate," *Procedia Eng.*, vol. 169, pp. 142–149, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.10.017.
- [4] S. Tsoka, "Investigating the Relationship Between Urban Spaces Morphology and Local Microclimate: A Study for Thessaloniki," *Procedia Environ. Sci.*, vol. 38, pp. 674–681, 2017, doi: 10.1016/j.proenv.2017.03.148.
- [5] B. Paramita and W. Suparta, "Alteration of urban microclimate in Bandung, indonesia based on urban morphology", *G. Technica*, vol. 11, no. 2, pp. 39–50, 2019, doi: 10.21163/GT.
- [6] C. S. Gusson and D. H. S. Duarte, "Effects of Built Density and Urban Morphology on Urban Microclimate - Calibration of the Model ENVI-met V4 for the Subtropical Sao Paulo, Brazil," *Procedia Eng.*, vol. 169, pp. 2–10, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.10.001.
- [7] Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, "Documento gráfico de zonificación de la ciudad de Panamá", 2015 [En línea] Disponible en: <https://www.miviot.gob.pa/index.php/documento-grafico-de-zonificacion-de-la-ciudad-de-panama/> [Accedido: 12-jun-2020]
- [8] Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, "Documento gráfico de servidumbres viales y líneas de construcción", 2011 [En línea] Disponible en: <https://www.miviot.gob.pa/documento-grafico-de-servidumbres-y-lineas-de-construccion/index.html> [Accedido: 12-jun-2020]
- [9] Google Maps, 2005 [En Línea] Disponible en: maps.google.com
- [10] Google Earth, 2001 [En Línea] Disponible en: <https://www.google.com/intl/earth>
- [11] J. Liang et al, "Automatic sky view factor estimation from street view photographs – A big data approach," *Remote Sens.*, vol. 9, no. 5, pp 1-17, 2017, doi:10.3390/rs90504111
- [12] A. Middel, Lukaszcyk, R. Maciejewski, M. Demuzere, and M. Roth, "Sky view factor footprints for urban climate modeling," *Urban Clim.*, vol. 25, no. february, pp. 120-134, 2018, doi: 10.1016/j.uclim.2018.05.004.
- [13] P. Takkanon, "A study of height to width ratios and Urban Heat Island Intensity of Bangkok," 4th Int. Conf. Countermeas, to Urban Heat Isl. 30-31 May 1 June 2016, no. June, 2016
- [14] O. Caliskan and B. Sakar, "Design for mitigating Urban Heat Island: Proposal of a parametric model," *Iconarp Int. J Archit. Plan.*, vol. 7, no. Special Issue "Urban Morphology," pp.158-181, 2019, doi:10.15350/iconarp.2019.84.

Fecha de recepción: 26 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2021.

UNA APROXIMACIÓN A LOS EFECTOS DEL DISEÑO URBANO EN EL MICROCLIMA Y CALIDAD DE ESPACIOS URBANOS DE UNA CIUDAD CÁLIDA-HÚMEDA: PANAMÁ

Hatvany Gómez Concepción ^{1a}, Ibeth Rojas Márquez ^{2b}, Jorge Isaac Perén Montero ^{1,3c}

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

² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura y Diseño - FADU-UBA, Buenos Aires, Argentina

³ Sustainable Building and City Research Group-SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá

^{1a} hatvany.gomez@gmail.com, ^{2b} ibeth.rojas@fadu.uba.ar, ^{1,3c} jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: Los sistemas de movilidad y espacio público de ciudades tropicales cálidas y húmedas enfrentan grandes desafíos, debido a las condiciones microclimáticas no confortables, cuya configuración edilicia y materiales de construcción puede generar. En la ciudad de Panamá, se ha pasado por alto la importancia del estudio de las calidades urbanas, el microclima y su influencia en la movilidad de los usuarios de espacios urbanos. Este estudio utiliza metodologías para medir las islas de calor en un sector de la ciudad de Panamá y desarrolla una evaluación de las calidades de diseño, movilidad y microclima, en el área de Santa Ana; sitio que presentó las temperaturas más altas en la medición de las islas de calor. Finalmente, este estudio compara y analiza las calidades de movilidad, diseño urbano y microclima que tienen un impacto en el desplazamiento de peatones y la calidad del espacio público en el sector de Santa Ana.

PALABRAS CLAVE: Microclima, movilidad Urbana, calidades urbanas, acceso universal.

ABSTRACT: The mobility systems and public space of hot and humid tropical cities face great challenges, due to the uncomfortable microclimatic conditions, whose building configuration and building materials can generate. In Panama City, the importance of the study of urban qualities, the microclimate, and its influence on the mobility of users in public spaces has been overlooked. This study uses methodologies to measure heat islands in a sector of Panama City and develops an evaluation of design, mobility, and microclimate qualities in the Santa Ana area; site that presented the highest temperatures in the measurement of heat islands. Finally, this study compares and analyzes the mobility, urban design and microclimate qualities that have an impact on the movement of pedestrians and the quality of public space in the Santa Ana sector.

KEYWORDS: Microclimate, urban mobility, urban qualities, universal access.

1. INTRODUCCIÓN

Con el creciente aumento poblacional en las urbes de climas cálidos-húmedos de zonas tropicales, se hace esencial el estudio de las condiciones microclimáticas y confort térmico en exteriores[1]. La región metropolitana del pacífico de Panamá, concentra más del 70% de la población urbana total del país[2], encontrándose en medio de los trópicos de Cáncer y Capricornio, posee características que ameritan el estudio de indicadores de posibles islas de calor y su impacto en la calidad y uso del espacio público. Sin embargo, escasos estudios se han hecho en esta ciudad respecto a las relaciones del confort térmico con la movilidad peatonal y su conexión con calidades y diseño del espacio urbano [3].

Como demuestran estudios anteriores, la calidad urbana de un espacio público, y el desplazamiento del usuario en estos

espacios, depende en gran manera de la configuración y diseño de éste [4] [3]. Por otra parte, estudios previos [5] en otras ciudades de Latinoamérica, indican que existen importantes cambios de temperatura en las ciudades debido a la influencia de la escala y configuración edificatoria. Siguiendo esta misma línea, estudios sobre las islas de calor demuestran que altos niveles de temperatura se encuentran ligados a zonas de mayor densidad [5] afectando así el confort en estas zonas.

Por ello, el desarrollo de estudios de medición de temperaturas y entendimiento de patrones de comportamiento del ciudadano, en relación con la configuración de los espacios públicos de la ciudad, microclima y confort térmico, puede ayudar a mejorar el diseño urbano[1], [5].

Este estudio no pretende desplegar un reporte detallado de las diversas temperaturas y confort térmico de la ciudad de Panamá, sin embargo, tiene como objetivo: 1) medir las

temperaturas en un sector de la ciudad para identificar sus variaciones, 2) analizar y evaluar las calidades de diseño urbano y movilidad de un sector específico de la ciudad de Panamá y, 3) analizar posibles conexiones del microclima con las calidades del espacio urbano en el sector estudiado en la ciudad de Panamá.

2. METODOLOGÍA

Para el estudio de calidades urbanas en la ciudad de Panamá y su posible relación a temperaturas, 1) se procedió a elegir una ruta de interés para realizar un recorrido en automóvil y medir temperaturas y 2) se eligieron sectores específicos de la ruta para hacer un análisis de calidades urbanas como se describe en los siguientes puntos:

2.1 Mediciones de temperatura

El día 13 de febrero de 2020, se realizaron mediciones de temperatura en un recorrido de 37 km aprox. en un Sector de la ciudad de Panamá. La Figura 1. muestra la ruta del automóvil, la cual comprende los subsectores de El Cangrejo, Viejo Veranillo, Calidonia, Tramo Marino de la Cinta Costera, El Chorrillo, Casco Antiguo, Santa Ana, Cerro Ancón, Corozal, Clayton, Curundú y la Cresta. Dichas mediciones se realizaron de 8:30 p.m. a 9:47 p.m. utilizando un HOBO o dispositivo para medir temperaturas. El mismo se adhirió con cinta adhesiva al retrovisor derecho de un automóvil a motor y se configuró para tomar las mediciones cada diez segundos.

Debido a la caída de temperatura de 0.6°C/hr. , los datos recabados se procesaron y normalizaron para su análisis.

2.2 Análisis de calidades urbanas

Elección de sitios: Se eligió un sector que presentó altas temperaturas, dentro de la ruta de medición de la isla de calor, para evaluar las calidades urbanas de dos sitios específicos. Estos se encuentran en una misma zona sin embargo su configuración espacial, funciones y actividad difieren.

Sitio A: Se ubica en Ave. 3 de noviembre, bajo el puente vehicular hacia la Cinta costera, fue elegido por a su cualidad de espacio de transición, alto tráfico peatonal y conexión con diversos modos de transporte. Ver Figura 1 y 2.

Sitio B: Constituye un segmento de la Ave. B entre la Ave. Balboa y Las calles 18 y 19. Este fue elegido debido a la particularidad de actividad comercial y recreativa que se desarrolla en esta zona. Ver Figura 1 y 3.

Procedimientos: Ambos espacios se visitaron de noche y de día para evaluar las posibles variaciones en el uso y patrones de desplazamiento de los usuarios de acuerdo con las actividades y características del sitio a distintas horas del día.

Evaluación: El espacio se evaluó basado en 5 índices de calidad urbana de la adaptación de Evans, M. y de Schiller[6] a las calidades urbanas propuestas por Bentley et al. [3] las cuales son:

Permeabilidad: variedad de formas y modos de acceso que permite el sitio.

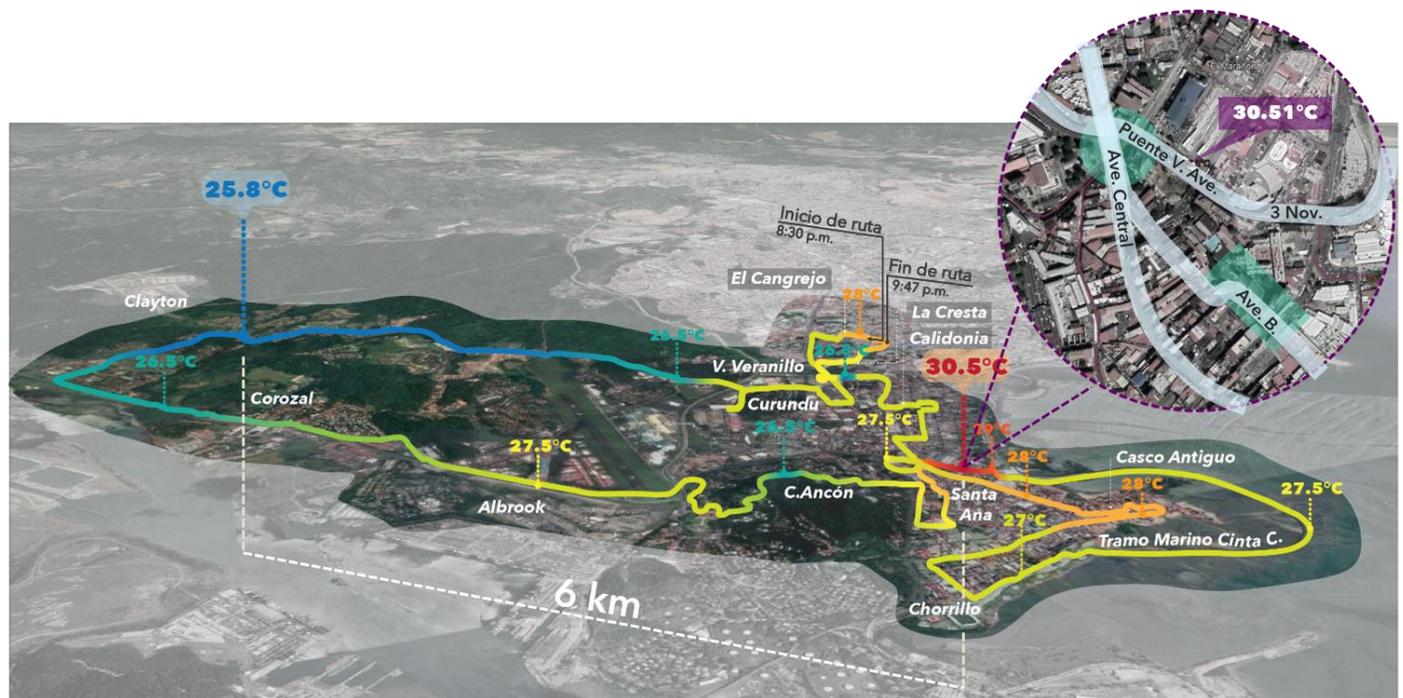


Figura 1. Recorrido de medición de islas de calor, temperaturas y sector específico de análisis de calidades.

3.1.1 Temperatura máxima

La temperatura máxima normalizada registrada fue de 30.51°C, la misma se dio en el sector del Maraón, en la Ave.

3.1.2 Temperatura mínima

Estas se registraron en las zonas de Cerro Ancón 26.11°C de temperatura normalizada y en el segmento de Clayton y Parque metropolitano con temperaturas de 25.83 °C. de temperatura normalizada. Estas zonas están predominantemente constituidas por una vegetación boscosa muy densa y poseen viviendas de baja densidad en algunas secciones. En su mayoría no superan dos niveles de altura.

3.2 Análisis de diseño urbano, movilidad y microclima

A continuación, se describen las calidades urbanas de los sitios Ay B y se presentan sus respectivas evaluaciones.

3.2.1 Calidades sitio A.

La tabla 1 muestra los índices de calidad del sitio A.

Permeabilidad: Tanto de día como de noche se puede acceder y circular en el sitio A por múltiples vías y con diversos medios de transporte público. Hay acceso a taxis, transportes “piratas”, buses Diablos Rojos, Metro Bus y estación del Metro. Sin embargo, el sistema de acceso peatonal es deficiente. Carece de infraestructura, mobiliario urbano y sistemas de acceso alternativos para personas con movilidad limitada y vehículos de transporte alternos como bicicletas. En muchos sectores no se distingue el área peatonal de la vehicular; los sobresaltos en aceras y escalones en intersecciones provocan tropiezos a niños y adultos, mientras que las líneas de cebrá que no coinciden con los pasos bajo el puente vehicular dificultan el tráfico. Muros y escalinatas impiden el fácil acceso a las plazas existentes y las desconectan del entorno, mientras que el exceso de sol, poca brisa, y grandes superficies pavimentadas genera mucho calor. Solo una pequeña sección bajo el puente vehicular recibe brisa en ocasiones y la amplitud del espacio y carencia de árboles permite la penetración de la lluvia en toda el área.

Vitalidad: El sitio A se encuentra en el centro de dos zonas de gran actividad comercial formal e informal. En los alrededores y bajo el puente vehicular se propician actividades de buhonería, venta de refrescos, frutas y otros. Aunque el sitio no es vital para el tránsito de peatones y personas con movilidad reducida, los comercios de la Avenida Central y estaciones de transporte llenan de vida el lugar con el tráfico de peatones y vehículos. No así las plazas que, por la escasez de sombra, la poca vegetación y el calor durante el día, y por la poca iluminación durante la noche, hacen poco atractiva la estadía

Legibilidad: El sitio es confuso, la diversidad de actividades y la carencia de pasos peatonales definidos hacen que el sitio se perciba caótico. Aun cuando el peatón logra observar las estaciones de buses o de metro al otro lado de la calle, se le dificulta elegir una ruta segura para llegar. En la noche las luces de los autos inciden directamente en los peatones y de día el sol fuerte impide mirar con claridad hacia ciertos sectores, haciendo difícil cruzar las vías. Por ser un espacio abierto

Temperaturas Hobo B

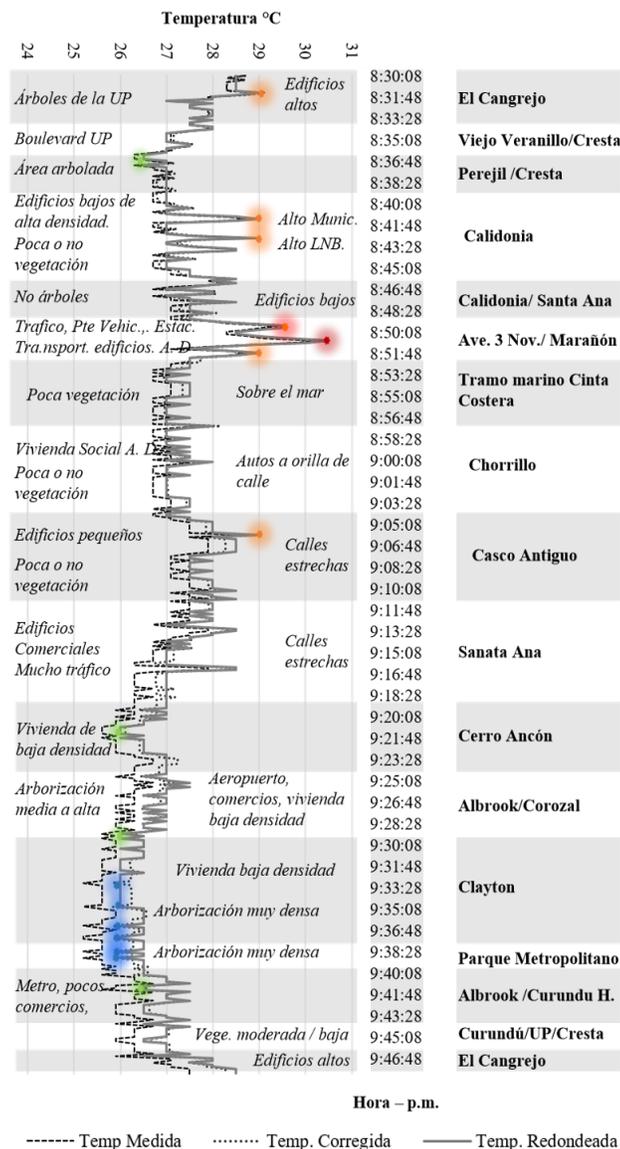


Figura 4. Gráfico de medición de temperaturas, caracterización de factores ambientales de la ruta y subsectores recorridos.

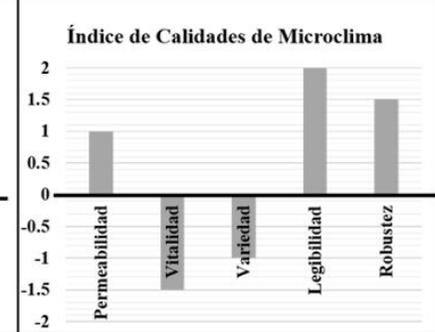
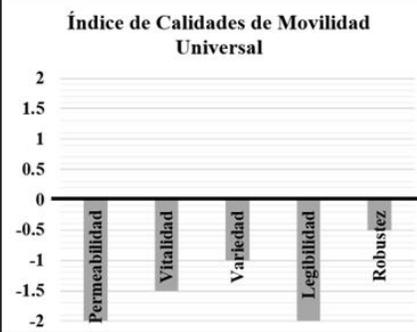
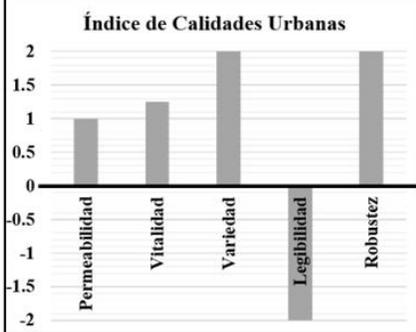
3 de noviembre, bajo el puente vehicular que conecta la avenida de los mártires con la Cinta Costera (Ver fig. 4). Esta es la zona de convergencia de transporte público, allí se encuentra la estación del Metro de Panamá y de Mi Bus. Hay mucho tráfico tanto de vehículos como de peatones, una fuerte actividad comercial y alta densidad de edificios de usos mixtos

permite leer fácilmente las condiciones microclimáticas y determinar los pocos sitios de sombra.

reducida. El sitio permite la brisa entre edificios y la entrada del sol varía durante el día.

Tabla 1. Evaluación de calidades sitio A.

Índices de Calidades de Diseño urbano, Movilidad y Microclima Intersección 5 de Mayo -Caldonia									
CA	Índice UR	Urbanas (UR)	0.85	Índice MV	Movilidad Universal (MV)	-1.4	Índice MC	Microclima (MC)	0.4
Permeabilidad	1	Gran cantidad de vías y modos de acceso, pero carece de infraestructura de acceso para personas con movilidad limitada		-2	Es difícil moverse en esta zona tanto en transporte público como peatonalmente.		1	El sitio permite la brisa bajo el viaducto, carece de arborización y sombra, Recibe mucho sol y totalmente abierto para la lluvia.	
Vitalidad	1.25	El sitio se mantiene activo tanto de día como de noche hay gran cantidad de movimiento de personas y actividades simultáneas.		-1.5	El espacio no es vital para el desplazamiento de peatones debido a la gran cantidad de obstáculos existentes		-1.5	La poca brisa y gran cantidad de sol del sitio no favorece buenas condiciones para estadía.	
Variedad	2	El sitio cuenta con una amplia variedad de actividades y usos de suelo en sus alrededores tanto de día como de noche.		-1	La movilidad es variada por el acceso a diversos modos de transporte público a motor, no así para transporte de peatones, bicicletas o sillas de ruedas.		-1	No posee gran variedad de condiciones microclimáticas, es mayormente un sitio muy caluroso durante el día y con poca sombra.	
Legibilidad	-2	El sitio es difícil de entender, no hay demarcación continua de pasos peatonales, los patrones de circulación son confusos.		-2	Tanto en carro como caminando es difícil comprender las rutas correctas para transitar y es difícil elegir una ruta segura para transitar.		2	Por ser un espacio abierto permite leer fácilmente las condiciones microclimáticas y determinar los pocos sitios de sombra.	
Robustez	2	Gran capacidad de adaptación a cambios de actividad y modificaciones de infraestructura.		-0.5	El sitio no se ha logrado adaptar al tránsito de peatones después de las múltiples modificaciones en infraestructura que ha sufrido.		1.5	Gran potencial para recibir intervenciones y mejorar la situación microclimática por la amplitud de su espacio.	



Robustez: La dimensión del sitio A es de potencial para mejoras a su paisaje. La diversidad de actividades en sus alrededores, le dan robustez, ya que, a través del tiempo, sigue siendo un sector esencial para la movilidad y conexiones de transporte en la ciudad. La antigua Estación del Ferrocarril, cercana al sitio, y en desuso, es testigo fiel de ello. La plaza frente a la Asamblea Nacional le da un carácter público para manifestaciones sociales incomparable, y le permite seguir jugando un papel importante en la vida de la ciudad.

3.2.2 Evaluación Sitio B

La tabla 2 muestra los índices de calidad del sitio B.

Permeabilidad: La permeabilidad de este sitio es moderada tanto de día como de noche. Conecta con tres vías, cuenta con acceso por medio de Metro Buses, motocicletas y Taxis. No cuenta con facilidades para transporte en bicicleta, sillas de ruedas u otras adecuaciones para personas con movilidad

Vitalidad: La actividad de este sitio varía dependiendo las horas del día. Por las noches y fines de semana los bares y clubes nocturnos concentran mayor cantidad de personas (adultos). Los días de semana durante el día los comercios formales e informales son más activos. Su diseño vial no es vital para el desplazamiento de bicicletas, sillas de rueda o peatones y en cuanto al microclima, los edificios proveen sombra a los puestos informales de venta de comida haciendo la estadía en estos sitios más tolerable durante el día.

Variedad: Existen clínicas dentales, comercios, mercado, restaurantes, mueblería, mini super, edificios residenciales, bares y discotecas, así como comercios informales de venta de comida en las calles. Por la diversidad de tipos de comercios, posee variadas actividades a distintas horas del día. Su movilidad es muy variada en modos de transporte público (a motor), no así para peatones, bicicletas o sillas de ruedas.

Su variedad de condiciones microclimáticas es moderada con aceras a la sombra frente a los comercios y sin protección de sol o lluvia en las aceras hacia el conjunto residencial.

embargo, el sitio se ha mantenido a través del tiempo. A pesar de que el sitio posee aceras en moderado estado y gran tráfico de peatones como de vehículos, aún carece de mejoras en adaptación a las necesidades de personas con movilidad

Tabla 2. Evaluación de calidades sitio B.

Índices de Diseño urbano, Movilidad y Microclima Segmento Ave. B entre Ave. Balboa y Calles 18 y 19 Este									
CA	Índice UR	Diseño Urbano	1.35	Índice MV	Movilidad Universal	-0.45	Índice MC	Microclima	1.35
Permeabilidad	0.5	Se puede acceder al sitio en transporte público o privado por una vía. El acceso no es apto para personas con movilidad limitada.		-1	Carece de facilidades para movilidad universal.		1.5	El sitio permite la entrada del Sol, brisa y lluvia. Pero posee mucha superficie impermeable.	
Vitalidad	1.5	El sitio posee mucha actividad, tanto diurna como nocturna.		-1.5	Gran cantidad de actividad peatonal pero el diseño del espacio obstaculiza el tránsito de personas con movilidad limitada.		0.5	Poca vitalidad microclimática. Poca sombra arbórea pero existencia de sombra generada por los edificios en un lado de la vía	
Variedad	1.5	Alta variedad de comercios y actividades a diversas horas del día.		-1	La movilidad es variada en modos de transporte público a motor, pero no en modos de transporte alternos.		1	No posee gran variedad de condiciones microclimáticas,	
Legibilidad	1.5	El sitio es fácil de entender e identificar las características de los comercios.		1.75	Se puede leer con facilidad las rutas peatonales y de transporte.		2	El sitio permite leer fácilmente las condiciones microclimáticas y determinar los sitios de sombra y refugio de lluvias.	
Robustez	1.75	Este sitio depende en gran manera de la actividad nocturna por lo cual podría verse afectado con cambios de actividades.		-0.5	El sitio carece de mejoras en adaptación a las necesidades personas con movilidad limitada y sistemas de transporte sin motor.		1.75	El sitio posee gran potencial para recibir intervenciones y mejorar la situación microclimática por la amplitud de su espacio	

Índice de Calidades Urbanas

Índice de Calidades de Movilidad

Índice de Calidades de Microclima

Legibilidad: El sitio es fácil de entender ya que se puede leer con facilidad las rutas peatonales y de transporte. Aun cuando las líneas de cebras están borradas, es fácil para el peatón comprender dónde están los pasos más seguros y hacia dónde dirigirse. Es fácil identificar las particularidades y actividades de los negocios presentes. En escasos rincones es difícil percibir desde lejos las actividades que se desarrollan en otros sitios. El sitio permite leer las condiciones microclimáticas y determinar los sitios de sombra y refugio de lluvias. Las personas utilizan el lado izquierdo donde los comercios proveen sombra sobre la acera

Robustez: La variedad de actividades del sitio a distintas horas del día, atrae diferentes usuarios a diferentes horas. Esto permite al sector un cambio de actividades respecto al día y la noche. Este sitio depende en gran manera de la actividad nocturna por lo cual podría verse afectado con cambios de actividades, sin

limitada y sistemas de transporte sin motor. El sitio posee gran potencial para recibir intervenciones y mejorar la situación micro climática por la amplitud de su espacio. Del lado derecho que es donde carece de sombra y posee mayor cobertura de rodadura pavimentada.

4. DISCUSIÓN

4.1 Islas de calor

La medición de temperaturas y análisis de las islas de calor demostró que, dentro del recorrido, la zona más calurosa fue la zona límite de Calidonia con Santa Ana. Presentando temperaturas predominantes alrededor de los de 28°C que subían hasta los 30.5°C, mientras que la zona menos calurosa fue la zona de Clayton con temperaturas predominantes alrededor los 26 °C. El mapeo de las temperaturas permite

Tabla 3. Comparación de cambios dentro los índices de calidad establecidos día/ noche

Sitios		Día					Noche				
Criterio de evaluación de cambios en calidades: * No varía + Aumenta/Mejora - Disminuye/Desmejora											
Sitio A	Características										
	Calidades	PRMBD	VITD	VRD	LGD	RBTZ	PRMBD	VITD	VRD	LGD	RBTZ
	Evaluación	MC	MV	UR			MC	MV	UR		
Sitio B	Características										
	Calidades	PRMBD	VITD	VRD	LGD	RBTZ	PRMBD	VITD	VRD	LGD	RBTZ
	Evaluación	MC	MV	UR			MC	MV	UR		

demostrar que existe una relación entre las características ambientales y de configuración del espacio urbano con los niveles de temperaturas, ya que, las zonas con mayor densidad edilicia y menor vegetación, aún al estar cercanas a la brisa del mar, marcaron temperaturas de hasta 4°C más altas que las zonas con densidad edilicia más bajas y mayor vegetación circundante. Este ejercicio permitió identificar de manera clara el sector con temperaturas más críticas para realizar allí un estudio más profundo de la calidad de este espacio.

4.2 Calidades urbanas

El estudio de las calidades de diseño urbano, movilidad y microclima permitió evaluar de manera específica sectores más pequeños de la ciudad. De esta forma, se pudieron evaluar los índices de calidades urbanas en términos de: diseño urbano, movilidad y microclima urbanos (ver tablas 1 y 2). La evaluación de estos índices de calidad del espacio permitió establecer conexiones entre las relaciones o impactos de la calidad del diseño y microclima urbanos sobre la movilidad y uso del espacio público de los sitios A y B de Santa Ana. Así, por ejemplo, se puede comparar que, en cuanto a Vitalidad del microclima, el sitio A deficiente por la escasez de sombra y exceso de calor al que somete al usuario, pero el sitio B es algo vital, ya que provee sombra en un sector de la vía durante las horas más calurosas y por la estrechez de sus calles, algunos edificios proporcionan sombra a pequeñas fondas en sitio; haciendo de éstas, nichos más activos que las fondas que no tienen sombra.

4.2.1 Otras observaciones generales

Paisaje sonoro: En A, tanto de día como de noche el paisaje sonoro está repleto de pitos de carros y buses, sonidos de algunos semáforos peatonales, motores, personas conversando y los gritos de los ayudantes de transporte como de vendedores ambulantes. Mientras que, en B, durante el día se pueden escuchar ruidos de carros y personas, pero en la noche a estos sonidos se les une la música de algunos de los centros nocturnos circundantes. No se lograron escuchar aves u otro tipo de biofonía en ninguno de los sitios.

Usuarios: En el caso de A, además de los jóvenes, adultos, ancianos y madres con niños que transitan apuradamente. No se puede pasar por alto la presencia de algunos indigentes y de una buena cantidad de vendedores ambulantes quienes son los únicos usuarios estacionarios de A. En el caso de B, se observaron usuarios estacionarios de diversas edades y géneros durante el día, variando esto durante la noche que los usuarios más frecuentes son adultos.

Sensaciones generadas: en el caso de A, el sitio se percibe inseguro, no solo para cruzar cada intersección sino también la sensación de peligro de robo. En el caso de B, también se percibe inseguro, pero más por el peligro de delincuencia que por inseguridad riesgo de atropello.

4.2.2 Evaluaciones comparativas adicionales

Cabe resaltar que el análisis de dos sitios cercanos en dos horarios diferentes (diurno y nocturno) permite comparar entre ellos y entre las posibles variaciones en su desempeño

dependiendo la hora del día. En la Tabla 3, se compara y se presentan evaluaciones de cambios observados en el desempeño de ambos sitios de noche y de día. En esta tabla, partiendo del índice general ya establecido para la calidad del sitio, se evalúa si dentro del índice ya establecido la calidad mejora, desmejora o no varía dentro del marco día / noche. Así, por ejemplo, se puede observar que 1) la Permeabilidad del sitio A en cuanto a calidad urbana, no varía por el factor horario ya que las vías de acceso no cambian entre el día y la noche, pero su permeabilidad en cuanto a calidad de movilidad urbana, que ya ha sido calificada un poco baja (ver Tabla 1), sí varía, debido a que dentro de lo deficiente que es, resulta peor durante el día que durante la noche; esto, por el tráfico de vehículos pesados que afecta a vehículos a motor como a peatones para acceder al sitio. 2) la vitalidad del sitio A, cuyo índice en general es bastante bueno (ver tabla 1), aun siendo vital durante la noche, es mucho más vital durante el día porque concentra mayor actividad. Mientras que la vitalidad del sitio B, cuyo índice general es muy bueno, no varía entre día y noche, ya que, aunque los comercios de tiendas cierran durante la noche, los bares, clubes nocturnos y fondas de venta de comida 24 horas, cobran vida de noche manteniendo el movimiento y actividad en el sitio. Sin embargo, la variedad del sitio B disminuye por las noches debido a que el tipo de actividad es menos diversa que de día.

5. CONCLUSIONES

Este estudio abre una ventana hacia la investigación más detallada sobre las influencias del microclima y el diseño urbano en el comportamiento y conductas de movilidad de los usuarios en los espacios públicos de ciudades en los trópicos cálidos húmedos. De una manera sencilla el estudio reúne datos que permitieron determinar islas de calor con temperaturas críticas dentro de la ruta recorrida y de esta manera dio luces sobre el sector de Santa Ana, lo que permitió enfocar así estudios más específicos para establecer índices de calidades urbanas en este sector de interés. A su vez, el análisis de las calidades urbanas en sitios específicos de Santa Ana permite el entendimiento de las relaciones microclimáticas con el diseño urbano y su impacto en el comportamiento y desplazamiento del usuario, sobre todo en el uso de los espacios públicos.

5.1 Limitaciones y recomendaciones

Aun cuando este estudio solo abarca un pequeño sector de la ciudad de Panamá y los Hobos pueden ser muy sensibles y provocar mediciones de temperaturas elevadas cuando el carro se detiene por mucho tiempo, esta metodología es una herramienta de sondeo sencilla que ayuda a determinar a groso modo cómo orientar futuros estudios de islas de calor en la ciudad de Panamá como en otras ciudades.

Es necesario y vital el estudio de las islas de calor en la ciudad de Panamá con sistemas más precisos de medición. Ya que el descubrimiento de las zonas con temperaturas críticas y el entendimiento de la configuración de la ciudad en estos sitios puede ayudar a los diseñadores del espacio, arquitectos, urbanistas e ingenieros de transporte a desarrollar propuestas más comprensivas y sustentables para la mejora de los espacios públicos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

REFERENCIAS

- [1] V. Melnikov, V. V. Krzhizhanovskaya, and P. M. A. Sloop, "Models of Pedestrian Adaptive Behaviour in Hot Outdoor Public Spaces," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 108, no. June, pp. 185–194, 2017.
- [2] F. A. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC); Unidad de Análisis Demográfico Humbert, "Distribución Territorial Y Migración Interna En Panamá," 2014.
- [3] G. S. Ian Bently, Alan Alcock, Paul Murrain, Sue McGlynn and Responsive, "Responsive environments. A manual for designers," *Landsc. Urban Plan.*, vol. 15, no. 3–4, pp. 363–365, 1988.
- [4] V. Gitelman, R. Carmel, F. Pesahov, and S. Hakkert, "Exploring Safety Impacts of Pedestrian Crossing Configurations at Signalized Junctions on Urban Roads with Public Transport Routes," *Transp. Res. Procedia*, vol. 25, pp. 2044–2060, 2017.
- [5] J. M. E. y L. K. Silvia de Schiller, "ISLA DE CALOR, MICROCLIMA URBANO Y VARIABLES DE DISEÑO ESTUDIOS EN BUENOS AIRES Y RIO GALLEGOS," *Av. en Energías Renov. y Medio Ambient. Vol. 5, 2001. Impr. en la Argentina. ISSN 0329-5184*, vol. 5, pp. 25–32, 2011.
- [6] S. De Schiller *et al.*, "Assessing urban sustainability: microclimate and design qualities of a new development. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006 Introducción," no. 1, 2006.

Fecha de recepción: 26 de abril de 2020.

Fecha de aceptación: 18 de junio de 2020.

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA URBANA DEL SECTOR DE PUNTA PAITILLA

Kevin Cuellar ^{1a}, Alexis López ^{1b}, Robin Montenegro ^{1c}, Melanie Ramos ^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

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

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

^{1a} cuellarge7854@gmail.com , ^{1b} Alexisjl.2712@gmail.com , ^{1c} arquitecturarobinpa@gmail.com , ^{1d} melramosd@gmail.com , ^{1,2e} jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: El desarrollo de la morfología urbana de nuestras ciudades, determina e influye en los microclimas que se originan dentro de las mismas. Las formas en las que se dispone la ciudad, su orientación, la altura de sus edificios, el ancho de las calles, la disponibilidad de las áreas verdes y la cantidad de área pavimentada son factores importantes al momento de analizar el microclima que se produce en los diferentes sectores de una ciudad.

Este estudio se enfoca en el sector de Paitilla, describimos sus características morfológicas, donde se determinó un área de 52 has del total de 92 del sector, donde se desarrollan diversos usos de suelo con presencia de edificaciones de distintas alturas, mediante la realización de mapas representamos sus condiciones existentes, al igual que el uso de herramientas como Google Earth y Google Maps, donde se evaluó que las condiciones actuales no favorecen a los peatones, siendo un sector con trazado vial mayormente irregular y con menor área verde o permeable que otros sitios aledaños.

PALABRAS CLAVE: Morfología urbana, microclima, clima cálido-húmedo.

ABSTRACT: The development of the urban morphology of our cities determines and influences the microclimates that originate within them. The ways in which the city is arranged, its orientation, the height of its buildings, the width of the streets, the availability of green areas and the amount of paved area are important factors when analyzing the microclimate that occurs in the different sectors of a city.

This study focuses on the Paitilla sector, we describe its morphological characteristics, where an area of 52 hectares of the total 92 of the sector was determined, where various land uses are developed with the presence of buildings of different heights, by making maps we represent its existing conditions, as well as the use of tools such as Google Earth and Google Maps, where it was evaluated that current conditions do not favor pedestrians, being a sector with a mostly irregular road layout and with less green or permeable area than other sites surrounding.

KEYWORDS: Urban Morphology, Microclimate, Humid - hot weather.

1. INTRODUCCIÓN

Como forma de orientación para nuestro estudio sobre la morfología urbana, pudimos encontrar literatura internacional publicada tales como:

La Investigación sobre la evolución de la morfología urbana antigua de Nanjing basada en la adaptabilidad climática, la cual menciona que, “Los mecanismos de evolución y las reglas de la morfología urbana se exploraron principalmente desde aspectos culturales, históricos y geográficos, pero rara vez desde el aspecto de la adaptabilidad climática. Desde el aspecto de la geografía histórica, la transición de la ciudad de Nanjing

surgió como cambios de diseño del fenómeno natural y social, y se combinó con el juego y el impulso de la relación entre lo humano y la naturaleza. La investigación toma como ejemplo la antigua ciudad de Nanjing para analizar la adaptabilidad climática a partir de la selección del sitio y el cambio de la morfología urbana. El cambio de selección del sitio y el sistema fluvial urbano fueron causados por el cambio climático, lo que provocó el cambio continuo de la morfología urbana. (Ruofei, 2020) [6].

El Impacto del microclima urbano en la demanda de refrigeración de edificios en verano: análisis paramétrico para

Amberes, Bélgica, la cual menciona que, “Las mediciones meteorológicas que se realizaron en Amberes, Bélgica, en julio de 2013, seguidas de simulaciones de microclima urbano CFD considerando la misma ciudad y período de tiempo. Se encontraron que las simulaciones pueden reproducir las temperaturas del aire medidas dentro del centro de Amberes con una diferencia absoluta promedio de 0.88°C . Los resultados de la simulación complementados con mediciones se utilizan para generar condiciones micro climáticas (MC) específicas de la ubicación en tres sectores: (1) una ubicación rural fuera de Amberes; (2) una ubicación urbana dentro de Amberes, lejos de un parque urbano; y (3) otra ubicación urbana, cercana al mismo parque. Las Simulaciones de Energía de Edificios (BES) se realizan para 36 casos basados en tres MC diferentes, dos tipos de uso de edificios y seis conjuntos de características de construcción, que van desde edificios anteriores a 1946 hasta edificios nuevos de bajo consumo energético. Las demandas de enfriamiento mensuales (CD) se extraen para cada caso y se comparan entre sí. Los resultados demuestran que, en comparación con las temperaturas del aire en el área rural, en promedio, las temperaturas del aire en los sitios urbanos alejados y cercanos al parque son 3.3°C y 2.4°C más altas, respectivamente. Esto conduce a un CD mensual adicional de hasta el 90%. Los CD de edificios con mejor aislamiento térmico y menores tasas de infiltración pueden aumentar en un 48% una vez que se trasladan de una ubicación rural a una urbana, lo que puede llevar a la reconsideración de las pautas de diseño de edificios de bajo consumo energético expuestos a un MC urbano. Aunque la proximidad de un parque urbano no puede compensar por completo el aumento de CD de un MC urbano, se encontró que los edificios residenciales cercanos al parque tienen un promedio de 13,9% menos de CD durante julio de 2013, en comparación con los edificios alejados del mismo parque. La influencia del parque urbano en los CD de los edificios en su vecindad está fuertemente ligada a la dirección meteorológica del viento. Se recomienda a los profesionales que se centran en edificios energéticamente eficientes en las ciudades que realicen predicciones energéticas con datos de MC específicos de la ubicación, en lugar de utilizar únicamente datos meteorológicos promediados por la ciudad, (Toparlar et al., 2018) [6].

Según estudios de (Wei et al., 2016) “La morfología urbana influye en el microclima urbano, y viceversa. Por lo tanto, tomar en cuenta el clima local en el diseño urbano, se ha convertido en una tarea importante para las ciudades con altas densidades de construcción”. [5].

En el sector de Paitilla, las edificaciones altas se concentran en puntos aleatorios, sin considerar los demás edificios circundantes, lo que provoca la creación de microclimas

variados que afectan al confort térmico y ambiental en el sitio que no favorecen al peatón.

En cuanto a la literatura científica nacional publicada hasta el momento no existen artículos sobre el estudio de aspectos morfológicos de Panamá.

Entre los métodos para estudiar los efectos de la morfología urbana en el microclima, está el Sky View Factor o factor visible cielo y relación alto-ancho [7]. Este documento tiene por objetivo general caracterizar la morfología urbana de Paitilla, como uno de los sectores con edificios más elevados de la ciudad de Panamá. Sus objetivos específicos son: (a) Caracterizar la altura y la distancia entre los edificios del sector de estudio, (b) Evaluar la permeabilidad peatonal existente en el área estudiada e (c) Identificar los espacios verdes y/o públicos existentes.

2. METODOLOGÍA

El sector estudiado para este análisis de morfología urbana fue el área de punta Paitilla, se eligió un total de 13 manzanas irregulares, en un polígono de 52 hectáreas. En la figura 1, podemos ver que se limita por la calle Gabriel Tomas Duque en la parte norte, La bahía de Panamá en su parte sur y este, y con la Avenida Balboa en su parte oeste.

Se realizará un estudio tipo descriptivo dividido por su zonificación, altura de los edificios, orientación vial, servidumbre de calles, vegetación, áreas permeables existentes, así como también los tamaños y las superficies de las manzanas. Aparte de esto, se tomarán en cuenta aspectos como relación ancha/altura y factor visible de cielo.



---92 Ha. Área total de Punta Paitilla.

---52 Ha. Área estudiada.

Figura 1. Mapa de Punta Paitilla con indicación del área de estudio.

2.1. Elaboración de Mapas

Para el análisis de zonificación, uso de suelo y servidumbres, los datos fueron obtenidos del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). [8] Para la estimación de

la altimetría se procedió a hacer un conteo de los pisos de los edificios a través de fotos y modelos 3d obtenidas de Google Earth, donde se asumió una altura de 3 metros entre cada piso, más altura asumida de PB (Planta baja) de 6 metros.

La vegetación y el tamaño de manzanas se midió utilizando la herramienta de Google Maps y Google Earth. Referencia: (Tsoka et al., 2020). [3] Al estudiar el área verde se tomaron en cuenta tanto el suelo permeable (césped, tierra) y la vegetación (árboles).

2.2. Relación alto-ancho (h/w)

Se realizó un estudio de la relación entre altura media de edificios y el ancho de la calle. Para este promedio, se tomarán varios edificios, en el cual el más importante es el edificio the point que cuenta aproximadamente con 52 pisos.

2.3. Sky View Factor

Para el estudio de esta variable, se tomó una metodología que describe que para determinar el factor visible de cielo (SVF) se utiliza la fórmula

$$SVF_{2D} = \cos(\arctan[\frac{H}{0.5W}])$$

donde **H** es la altura del obstáculo y **W** es la distancia entre obstáculos. El SVF puede ir de 0 a 1, donde 0 nos indica un terreno abierto. En este último, la radiación es reflejada muchas direcciones, mientras que en una superficie 3D más compleja, existen más oportunidades de emisión y absorción, con los edificios como factor limitante [7].

3. RESULTADOS

3.1. Mapas del área de estudio

Como se muestra en la figura 2, La zonificación que más influye es la (RM3), con un 41 %, la cual permite un uso residencial de alta densidad. Sin embargo, existe un 22% destinado a residencias de baja densidad.

La figura 3 muestra los tamaños de manzanas del área de estudio, donde se encuentran 13 manzanas, las cuales van desde la Avenida Balboa, pasando por la calle Ramos H. Jurado, Calle Gabriel Tomas Duque y cerrando por la Bahía de Panamá, generando un polígono irregular. La manzana con mayor amplitud tiene 56 000 m2, con un largo no definido por su forma irregular. Esta supera exageradamente el tamaño ideal para la peatonalidad, el cual está estimada en 100 m.

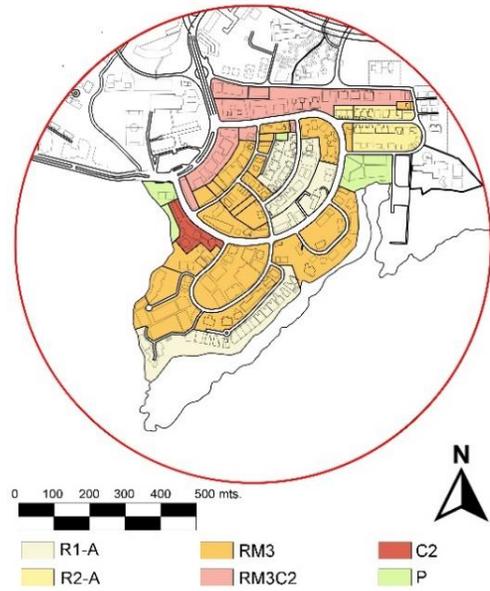


Figura 2. Mapa de zonificación del área de estudio.

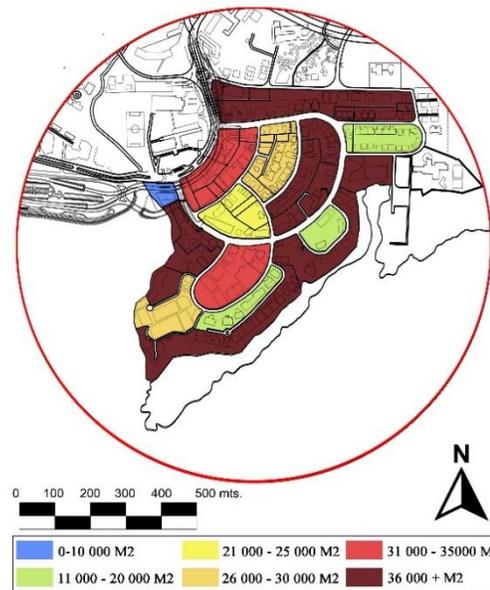


Figura 3. Mapa de tamaños de manzanas.

La figura 4, muestra el estudio de altimetría, donde se observan según su altimetría, que la mayoría de los edificios no superan los 10 pisos, sin embargo, un 12% están destinados a edificios con más de 40 pisos y un 1% supera los 60.

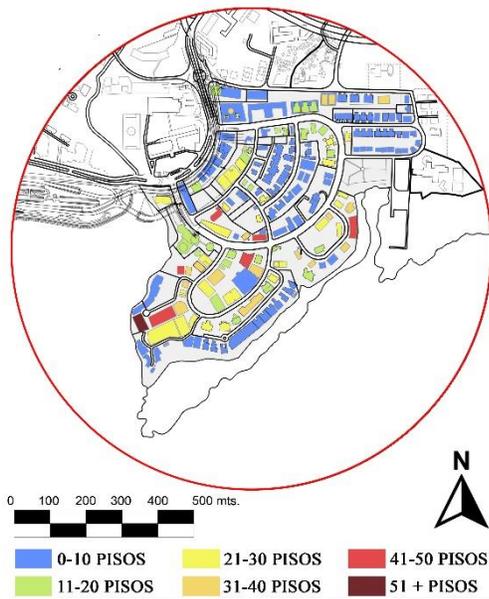


Figura 4. Mapa de Altimetría

La figura 5 muestra el mapa de servidumbres y orientación vial, donde predominan las calles con servidumbres de 15 metros, que en su mayoría son calles con un trazado irregular (curvas).

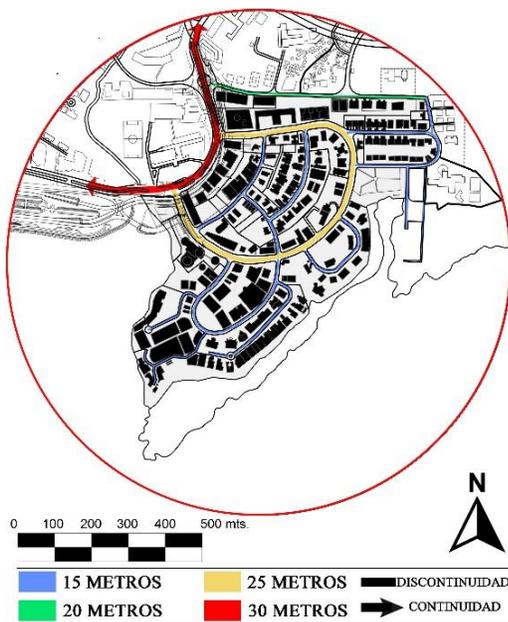


Figura 5. Mapa de manzanas

La figura 6 muestra el mapa de área verde (Suelo permeable y vegetación), el cual cuenta con un 14% de áreas verdes, de estos un 5% están destinados a los parques que se localizando a sus extremos izquierdo y derecho.

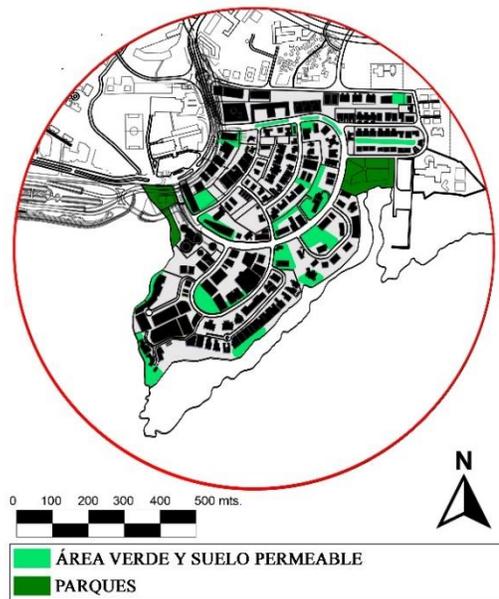


Figura 6. Mapa de área verde

3.2. Relación alto-ancho (h/w) y Sky View Factor

En la tabla 1 se muestra que La relación h/w, fue mayor en la Calle Alberto Boyd y la mínima en la Calle Masayoshi Ohira. Esto dependiendo de las alturas de edificios, los cuales cuentan con 266 y 120 metros respectivamente.

Este estudio indica que el número mayor a 0, revela que el sitio presenta obstáculos y la radiación solar no irradia directamente a la superficie.

4. DISCUSIÓN

Como factores limitantes de nuestro estudio se presentaron los siguientes: En la búsqueda de literatura nacional publicada sobre el tema de morfología urbana, la información fue carente o inexistente, por lo que con la publicación más frecuente de artículos relacionados podría resultar de mayor facilidad en la redacción de investigaciones futuras.

Otra limitante a destacar fue la situación que estamos viviendo con el virus COVID-19, el cual provocó que se dictaminara medidas de cuarentena, la cual no nos permitió visitar el sitio de estudio. Los resultados encontrados utilizando la herramienta de Google Maps y Google Earth, pueden presentar un margen de error, ya que la precisión es aproximada.

Esta recopilación de datos podría servir de base para estudios de morfología urbana, ya que los aspectos evaluados, son los más comunes en los análisis actuales sobre el tema.

Debatendo sobre los resultados, cabe mencionar que resulta interesante observar las diferencia marcadas que existen en la cantidad del espacio construido vs el espacio de área verde.

Tabla 1: Relación Alto – Ancho y Sky View Factor (SVF)

VÍA	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)	ALTURA PROMEDIO (m)	ANCHO DE CALLE (m)	RELACIÓN	SVF
Calle Alberto Boyd	266	33	118	12	9,83	0,02
Calle Republica de china	90	6	16	15	1,06	0,08
Calle Masayoshi Ohira	120	6	28	13	2,15	0,05
Calle Helidoro Patiño	150	24	85	15	5,67	0,04

5. CONCLUSIONES

La zonificación que más se encuentra en el sector evaluado es Residencias de Alta Densidad (RM3) con un 41%. Sin embargo, existe un 22% destinado a residencias de baja densidad. La manzana con mayor amplitud tiene 56 000 m², con un largo no definido por su forma irregular. Esta supera exageradamente el tamaño ideal para promover la peatonalidad, la cual es aproximadamente de 10 000m² (con dimensiones cercanas a 100m x 100m). El sector en su mayoría cuenta con edificios que no superan los 10 pisos, sin embargo, un 12% son edificios con más de 40 pisos y un 1% supera los 60pisos. También predominan las calles con servidumbres de 15m y en su mayoría son calles con un trazado irregular (curvas). Todo el sector cuenta con un 14% de áreas verdes (con grama o arboles), de estos un 5% están destinados a parques, localizados en sus extremos izquierdo y derecho.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

REFERENCIAS

- [1] W. Dai and W. Dai, "Effects of urban expansion on environment by morphological study," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 227, no. 5, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/227/5/052004.
- [2] A. Potapenko and V. Moor, "Vladivostok City Morphology: Space Matrix as a Tool for the Urban form Analysis," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 459, no. 5, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/459/5/052039.
- [3] S. Tsoka, K. Tsikaloudaki, T. Theodosiou, and D. Bikas, "Assessing the effect of the urban morphology on the

ambient air temperature of urban street canyons under different meteorological conditions. Application in residential areas of Thessaloniki, Greece," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 410, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/410/1/012005.

- [4] B. A. Suryawinata, Y. Mariana, and S. Wijaksono, "Sustainability and urban morphology," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 195, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/195/1/012099.
- [5] R. Wei, D. Song, N. H. Wong, and M. Martin, "Impact of Urban Morphology Parameters on Microclimate," Procedia Eng., vol. 169, pp. 142–149, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.10.017.
- [6] X. Ruofei, "Research on Nanjing Ancient Urban Morphology Evolution Based on Climate Adaptability," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 794, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/794/1/012021.
- [7] M. Dirksen, R. J. Ronda, N. E. Theeuwes, and G. A. Pagani, "Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies," Urban Clim., vol. 30, no. July, p. 100498, 2019, doi: 10.1016/j.uclim.2019.100498.
- [8] Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, "Documento gráfico de zonificación de la ciudad de Panamá", 2015 [En línea] Disponible en: <https://www.miviot.gob.pa/index.php/documento-grafico-de-zonificacion-de-la-ciudad-de-panama/> [Accedido: 12-jun-2020]
- [10] Toparlar, Y., Blocken, B., Maiheu, B., & van Heijst, G. J. F. (2018). Impact of urban microclimate on summertime building cooling demand: A parametric analysis for Antwerp, Belgium. Applied Energy, 228(June), 852–872. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.06.110>

Fecha de recepción: 26 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2021.

CARACTERIZACIÓN DEL FLUJO PEATONAL EN LA INTERSECCIÓN DE CALLE 50 Y AV. JOSÉ DE LA CRUZ

Olga Caicedo ^{1a}, Lissette Hernández ^{1b}, Mayra Paz ^{1c}, Camilo Castillo ^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

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

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

^{1a} olgacaicedoc@outlook.es, ^{1b} lissette_2498@outlook.es, ^{1c} mayrayasley1818@gmail.com, ^{1d} camilocastillo.1897@gmail.com; ^{1,2e} jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: El siguiente artículo pretende dar a conocer el comportamiento de los peatones en el área de Calle 50 y Av. José de la Cruz, en la ciudad de Panamá y analizar que factores afectan el flujo en este sector. El proceso de observación se realizó mediante videos los cuales nos permitieron contabilizar los peatones que transitaron por esta área en tres horas diferentes del día y así poder obtener los trayectos y horas más transitadas por los peatones. Como resultado pudimos captar un total de 869 peatones a lo largo de los horarios establecidos, el área más transitada fue la vía principal Calle 50, mientras la de menor tránsito es la Av. José de la Cruz. Además, el rango de hora con mayor intensidad peatonal fue de 8:00-9:00 am y el menos transcurrido el mediodía de 11:30am-12:30pm.

PALABRAS CLAVES: Acera, camino peatonal, carriles verdes, flujo peatonal, mobiliario urbano

ABSTRACT: The following article aims to publicize the behavior of pedestrians in the area of 50 Street and Av. José de la Cruz at Panama City and evaluate which factors affect the pedestrian flow in this sector. The observation process was carried out through videos which allowed us to count the pedestrians who passed through this area at three different hours of the day and thus be able to obtain trajectories and pedestrian busiest hours. As a result, we were able to capture a total of 869 pedestrians throughout the established hours, the busiest area was the main street 50 St., while the one with the least traffic is Av. José de la Cruz. In addition, the time range with the highest pedestrian intensity was from 8:00 to 9:00am and the least after noon from 11:30am to 12:30pm.

KEYWORDS: Sidewalk, pedestrian path, green lanes, pedestrian flow, street furniture.

1. INTRODUCCIÓN

Caminar es un modo de transporte activo, considerado parte del sistema de transporte público y, además, es el principal medio de transporte para muchas personas en Panamá. Sin embargo, los peatones son los usuarios más vulnerables de la carretera [1]. Las aceras estrechas son un problema frecuente en nuestras ciudades pues muchos sectores cuentan con anchos mínimos de acera (de aprox. 60cm) que no atienden la demanda de flujo peatonal, y que muchas veces induce al peatón a caminar por los carriles o la rodadura de autos (Calles o estacionamientos). Las aceras estrechas acostumbra a ser el área más susceptible al congestionamiento [2].

Consecuentemente, muchos siniestros viales con peatones son resultado de la ausencia de infraestructuras apropiadamente diseñadas para caminar. De igual manera los siniestros viales y/o accidentes de peatones son causados por diseños viales incorrectos [1] y la ausencia o mal uso de los sistemas de control de tráfico. Los sistemas de control de tráfico pueden gestionar inteligentemente el flujo en intersecciones con alta

densidad de peatones y con diversos flujos de tráfico [3]. Pero al mismo tiempo, la presencia de vías peatonales verdes (arborizadas) pueden aumentar la comodidad de las actividades urbanas al favorecer la peatonalidad [4], [5]. Es decir, múltiples factores y calidades del entorno urbano pueden interferir en la actividad y trayecto de los peatones.

Con el objetivo de obtener datos de peatonalidad y enriquecer el debate sobre transitabilidad y calidades de espacios urbanos en Panamá, el presente trabajo evalúa la intersección entre calle 50 y Ave. José de la Cruz, próximo a Plaza New York y al Edificio St. Georges Bank puesto que (a) es una avenida importante en un sector de uso mixto; (b) tiene un semáforo de control de tránsito; y, (c) cuenta con aceras paralelas a las calles que no son tan anchas pero, al mismo tiempo, sus edificios contiguos tienen espacios de transición o aceras perimetrales. En Panamá se han realizado varios estudios de peatonalidad en los alrededores de edificios con espacios de transición [6-12] y algunos en intersecciones y cruces de vías [13-15]. De todos

ellos, solo Herrera et al., 2019 [12] realizó un estudio de peatonalidad en la Plaza New York, pero sólo se enfocó en el flujo peatonal de su entorno. Por lo cual el presente estudio es más amplio y se enfoca en toda la intersección de la calle 50 con la Ave. José de la Cruz.

El objetivo es (a) evaluar la peatonalidad en los alrededores de la intersección de la Calle 50 con la Ave. José de la Cruz; (b) verificar como el ancho y localización de aceras puede afectar o inducir el flujo peatonal. Para esto se evalúa el flujo de peatones en diferentes horarios. Cabe destacar que calle 50 es una Avenida que conecta el área bancaria, tiene emblemáticos edificios, cuenta con una ubicación estratégica para vivir y/o tener un negocio y tiene alto flujo peatonal.

2. METODOLOGÍA

Se realizó una breve revisión de la literatura nacional sobre peatonalidad en la revista SusBCity y en otras revistas digitales encontradas en los repositorios nacionales de revistas. Además se empleó la plataforma Science Direct para buscar artículos internacionales en revistas de alto impacto. Posteriormente se realizó una lectura del entorno urbano del sector estudiado. La figura 1 muestra la intersección y el entorno del área evaluada. Para la elaboración de los mapas se empleó Google Earth pues había restricciones de movilidad que impedían visitar el sitio.

Se utilizó el libro de zonificación del sitio web de CAPAC [16] para la confección del mapa de usos de suelo en el que se observa principalmente presencia de uso mixto de alta densidad y comercial (figura 2).



Figura 2. Mapa de Usos de Suelos

El análisis de la peatonalidad se realizó empleando videos de la cámara de la ATTT localizada próximo a Starbucks, identificada como PC-1 en la figura 3. Se evaluaron tres (3) periodos del día 12 de febrero de 2019: (1) en la mañana de 8:00am a 9:00am; (2) al medio día de 11:30am a 12:30pm; y, (3) en la tarde de 4:00pm a 5:00pm. La cámara de la ATTT tiene giros programados y, que algunas veces atienden a las condiciones del tránsito del sector; o sea que la cámara no estaba fija en un solo encuadre. Esto se consideró para cuantificar adecuadamente el flujo de peatones.

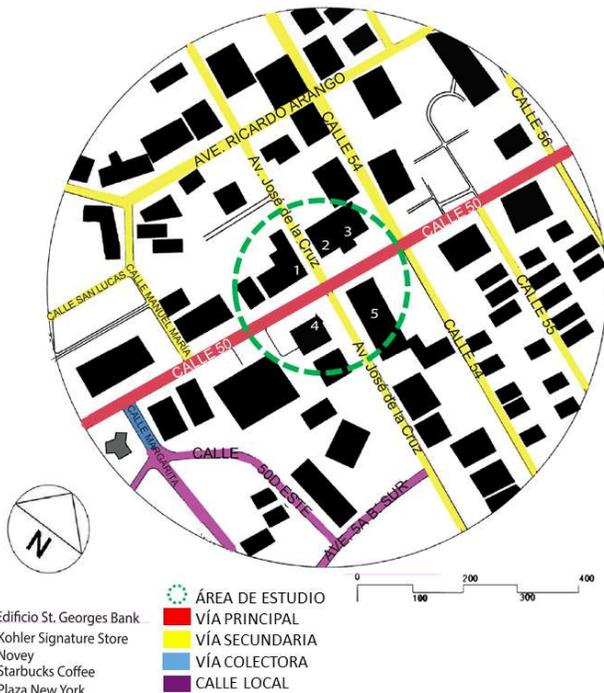


Figura 1. Mapa del área de estudio



Figura 3. Mapa de ubicación, radio de giro de la cámara y trayecto estudiado.

3. RESULTADOS

El total de peatones en los tres periodos fue de aproximadamente 869.

3.1 Horario de 8:00am a 9:00am

En el horario de 8:00am a 9:00am (figura 4) transitaron 378 peatones, flujo superior a los otros dos horarios y que representa 44% del total de los tres horarios. El mayor flujo de peatones en este horario se dio a lo largo de calle 50 con 170 personas (45%), seguido por la intersección con 126 (35%) y finalmente la Av. José de la Cruz con 82 peatones (20%).

3.2 Horario 11:30am a 12:30 pm

En horas del mediodía de 11:30am a 12:30pm (figura 5) se presentó la menor cantidad de peatones con 205 representando el 24% del total de las tres horas evaluadas. En calle 50 circularon 107 peatones (52%), 57 peatones (28%) circularon en la intersección y 41 peatones (20%) en la Avenida de la Cruz.

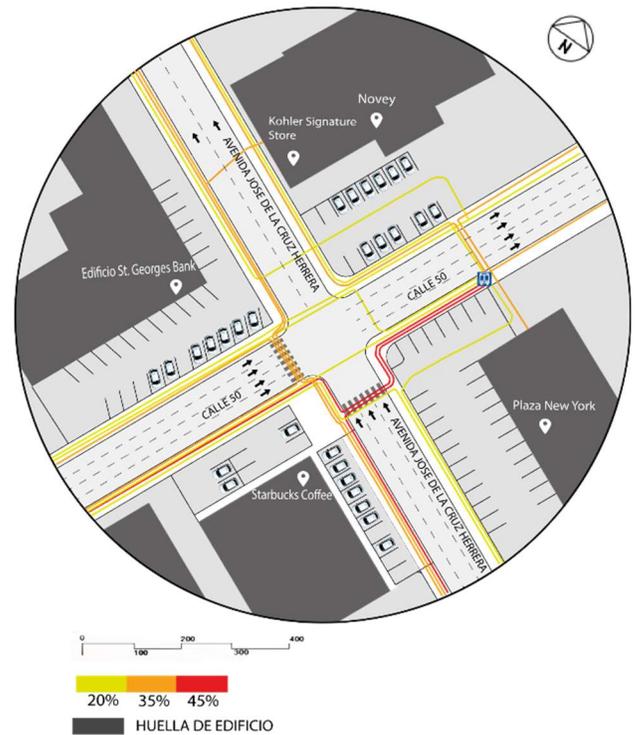


Figura 4. Gráfica de flujo peatonal en horario de 8:00 am – 9:00 am



Figura 5. Gráfica de flujo peatonal en horario de 11:30 am -12:30 pm

3.3 Horario 4:00am a 5:00pm

En horas de la tarde de 4:00-5:00 pm (figura 6) hubo un flujo intermedio de 286, esto nos da 32% del total del día. Nuevamente en calle 50 pudimos observar el mayor flujo con 187 peatones (65%), en la intersección 84 (31%) y Av. José de la Cruz 10 (4%) con el flujo más bajo en relación a los dos gráficos anteriores.

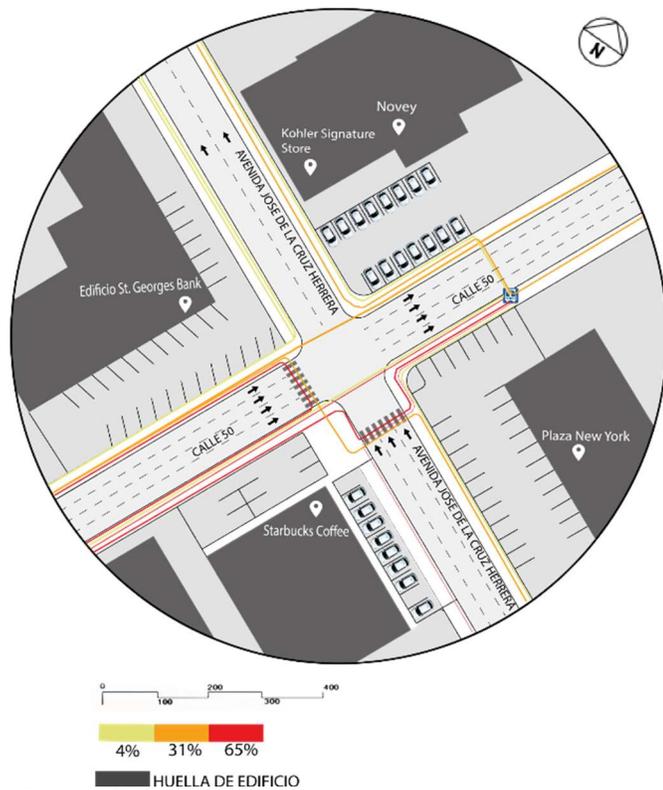


Figura 6. Gráfica de flujo peatonal en horario de 4:00 pm – 5:00 pm

3.4 Flujo según vías en los tres horarios

En cuanto a las vías y su intensidad de peatones, se observó que el mayor flujo peatonal fue en la Calle 50 a la altura de Plaza New York con 464 peatones, representando el 53.4% del total de los 3 periodos evaluados (que tuvo un total de 869 peatones). Por la intersección de Calle 50 y Ave. José de la Cruz circularon 267 peatones, representando un 30.7% del total. Y la calle con menor intensidad peatonal fue la Ave. José de la Cruz con 138 peatones, representando un 15.8%. Esto demuestra que la tendencia en el trayecto de las personas es la vía principal Calle 50. El porqué de esta situación puede ser la presencia de la parada de buses a un costado de la Plaza New York, entre otros aspectos que pudieran ser analizados en futuros estudios.

4. DISCUSIONES

Sin duda uno de los mayores retos para este trabajo ha sido la restricción de movilidad impuesta por la pandemia del coronavirus puesto que limitó la metodología al empleo de videos de la cámara de la ATTT que está en el sector. Este trabajo pudiera haber sido complementado con mediciones de campo para observar en detalle el flujo peatonal del sector. A pesar de tener videos que nos ayudaron con la elaboración del trabajo la imagen no era tan clara y por ende el resultado no es tan preciso. Por lo que se recomienda que este estudio sea ampliado y verificado en un futuro.

En este estudio se observó que la parada de bus de la calle 50 es un inductor de trayectos peatonales. Muchas personas cruzan la calle exactamente en el lugar donde está localizada y otros utilizan los estacionamientos y la acera perimetral de Plaza New York para ir o regresar de ella. Se recomienda más estudios sobre la influencia de paradas de buses y salidas de metro en la peatonalidad y su relación con el entorno urbano. Cabe destacar que estudios previos de peatonalidad [9, 10, 11, 13, 14] en entorno con paradas de buses y salidas/entradas del Metro evidencian la influencia que estas ejercen en la peatonalidad. Sin embargo, se sugiere ampliar estos estudios con el objetivo de promover directrices de diseño para mejorar la integración de estas al tejido y a la morfología urbana.

5. CONCLUSIONES

El total de peatones que transitaron por el sector estudiado en los tres periodos fue de aprox. 869 y de 8:00am a 9:00am fue el horario con el mayor flujo de peatones.

El trecho con el mayor flujo peatonal va de Calle 50 hacia Ave. José de la Cruz, donde está ubicado Starbucks hasta la parada de buses en calle 50.

La parada de buses en calle 50 sin duda es un importante atractor (origen/destino) de trayectos peatonales. Se observó además que cierto número de peatones atraviesan la calle 50 frente a la parada de buses, a pesar de la existencia de semáforos y pasos de cebra muy próximos.

Un número significativo de peatones que caminan a lo largo de la calle 50 no utilizan el paso de zebra que está demarcado en la Ave. José de la Cruz, próximo al Starbucks; continúan directo para cruzar la Avenida José de la Cruz.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la ATTT por proporcionar los videos para realizar este estudio.

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUEVE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

REFERENCIAS

- [1]. M. Budzynski, L. Guminska, K. Jamroz, T. MacKun, and P. Tomczuk, "Effects of Road Infrastructure on Pedestrian Safety," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Sep. 2019, vol. 603, no. 4, doi: 10.1088/1757-899X/603/4/042052.
- [2]. S. Sun, C. Sun, and Y. Han, "Agent-Based Simulation on Pedestrian Flow Capacity of Narrow Space," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Jun. 2018, vol. 371, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/371/1/012039.
- [3]. L. N. A. Mualifah and A. M. Abadi, "Optimizing the traffic control system of Sultan Agung street Yogyakarta using fuzzy logic controller," in *Journal of Physics: Conference Series*, Nov. 2019, vol. 1320, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1320/1/012028.
- [4]. A. Susetyaningsih, I. Farida, and A. Zhafirah, "Optimization of utilization pedestrian trails and green lines in the city," in *Journal of Physics: Conference Series*, Dec. 2019, vol. 1402, no. 2, doi: 10.1088/1742-6596/1402/2/022015.
- [5]. R. Zainol, F. Ahmad, N. A. Nordin, and A. W. M. Aripin, "Evaluation of users' satisfaction on pedestrian facilities using pair-wise comparison approach," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 18, no. 1, Institute of Physics Publishing, 2014.
- [6]. Alveo, J., Becerra, F., & Perén, J. (2019). Diagnóstico de movilidad peatonal en edificio Plaza Regency. *SusBCity*, 1(1), 1-5.
- [7]. Pierre Martinez, J., Barba, A., Pimentel, S., & Perén, J. (2019). Estudio del flujo de peatones en la planta baja y el perímetro del edificio Hatillo. *SusBCity*, 1(1), 6-9.
- [8]. Lalyre, P., Pimentel, N., Marchena, D., & Perén, J. (2019). Peatonalidad en las galerías Obarrios. *SusBCity*, 1(1), 10-14.
- [9]. Candanedo, C., Barria, M., Chan, V., & Perén, J. (2019). Caracterización del flujo peatonal en las galerías del hotel El Panamá y la estación del metro Iglesia del Carmen. *SusBCity*, 1(1), 19-23.
- [10]. Castillero, M., Lopez, N., Massiah, A., & Perén, J. (2019). Dinámica peatonal antes y después de la habilitación de las aceras en el Banco Nacional. *SusBCity*, 1(1), 24-27.
- [11]. Guerra, M., Pérez, A., Arauz, S., Arosemena, A., & Perén, J. (2019). Caracterización del flujo peatonal vs transitabilidad en espacios de transición: caso estación vía Argentina y Piex. *SusBCity*, 1(1), 28-34.
- [12]. Herrera, J., Rivas, A., Artavia, C., & Perén, J. (2019). Mapeamiento del flujo de peatones en las inmediaciones de plaza New York. *SusBCity*, vol. 1, no.1, 15-18.
- [13]. Higuero, M., Martínez, B., Martínez, R., Newsan, A., & Perén, J. (2020). comportamiento peatonal en el entorno de la estación del metro de San Miguelito. *SusBCity*, 2(1), 25-30.
- [14]. Hernández, K., Ng, C., García, A., Kong, R., & Perén, J. (2020). Estudio del comportamiento peatonal en la avenida 12 DE Octubre. *SusBCity*, 2(1), 31-35.
- [15]. Espino, M., Montenegro, D., García, A., Rodríguez, R., & Perén, J. (2020). Mapeo de la peatonalidad en la entrada principal del campus central de la Universidad de Panamá. *SusBCity*, 2(1), 43-47.
- [16]. CAPAC, «CAPAC,» [En línea]. Available: <https://www.capac.org/images/Libro/11-7-e.jpg>. [Último acceso: 11 Julio 2020].

Fecha de recepción: 03 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 27 de octubre de 2020.

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA URBANA DEL SECTOR DEL CANGREJO Y EL CARMEN

González Melanie ^{1a}, Navarro Tatiana^{1b}, Saldaña María^{1c}, Ayarza Giselle^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

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

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

^{1a} melanie.gonzalez-m@up.ac.pa, ^{1b} tatiana.navarro@up.ac.pa, ^{1c} maria.saldana@up.ac.pa, ^{1d} Giselle.ayarza@up.ac.pa, ^{1,2e}jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: La morfología urbana y el uso de suelo expresan la concepción o génesis de los barrios y la evolución de las ciudades. Además ambas influyen de manera directa en el comportamiento de sus habitantes y usuarios. El presente estudio caracteriza la morfología urbana de un sector entre el los barrios del Cangrejo y el Carmen, en el corregimiento de Bella Vista, en la ciudad de Panamá. El objetivo es levantar datos y parámetros actuales de la morfología urbana del sector tales como el Factor de Cielo Visible (SVF), orientación del tejido vial, la permeabilidad peatonal, el tamaño de las cuadras, la masa vegetal, entre otros aspectos. Estos datos ayudarán a una mejor comprensión de la dinámica social y económica del sector y principalmente servirán de base a futuros estudios e intervenciones. Los resultados parciales destacan que la manzana paralela a la vía transísmica y a la Avenida Ramón Arias, es la mayor cuadra con una superficie de más de 80,000m². Además, se observó que el porcentaje de áreas verdes comprende un 2.34% y tiene un área permeable del 4.61% del sector.

PALABRAS CLAVES: Áreas verdes, dimensión de manzanas, factor de cielo visible, morfología urbana, relación alto-ancho.

ABSTRACT: Urban morphology and land use express the conception or genesis of neighborhoods and the evolution of cities. In addition, both have a direct influence on the behavior of its inhabitants and users. This study characterizes the urban morphology of a sector between the neighborhoods of Cangrejo and Carmen, in Bella Vista district, in Panama City. The goal is to collect data and current parameters of the urban morphology of the sector such as the Sky View Factor (SVF), orientation of the road fabric, pedestrian permeability, the size of the blocks, the plant mass, among other aspects. These data will help to better understand the social and economic dynamics of the sector and will mainly serve as the basis for future studies and interventions. The partial results highlight that the block parallel to the Transísmica and Ramón Arias Avenue, is the largest block with an area of more than 80,000m². In addition, it was observed that the percentage of green areas comprises 2.34% and has a permeable area of 4.61% of the sector.

KEYWORDS: Green areas, block dimension, sky view factor, urban morphology, height-width ratio.

1. INTRODUCCIÓN

La magnitud relativa de las componentes difusas (visión de cielo) y reflejadas (edificación circundante) de la radiación solar está fuertemente condicionada por las características de la morfología urbana o características de los edificios conexos, definida en aspectos relativos a la densidad, dimensiones (alto y largo), arbolado y reflectividad de las superficies, entre otros [1]. La morfología urbana impacta directamente el microclima de la ciudad, por lo cual es importante estudiarla. El desarrollo de la ciudad de Panamá se puede leer a partir de los cambios en su morfología urbana. Por ejemplo, en los barrios del Carmen y el Cangrejo, se puede apreciar una diversidad de alturas, dimensiones y tipos de edificios; diversidad de formas

y tamaños de cuadras; diversidad, cantidad y tipo de vegetación, entre otros aspectos. Las características morfológicas de esos barrios han sido resultado de la influencia de la globalización, del desarrollo inmobiliario y de soluciones a corto plazo o mediáticas, consecuencia de pobres políticas urbanas, que entorpecen el adecuado crecimiento de la ciudad de Panamá. Sectores de la ciudad se modifican sin estudios estructurados o datos científicos que indiquen la manera más eficaz de invertir el dinero público, donde intervenir para recuperar y fomentar el desarrollo urbano o donde contenerlo. Actualmente en la literatura panameña no existen artículos científicos que analicen la morfología urbana de sectores de la ciudad, reflejando una oportunidad para aportar a la temática.

El ambiente natural y el construido constituyen fuerzas bioregionales que influyen en el potencial de captación de la radiación solar en el entorno urbano [2]. Por lo que las modificaciones urbanas se perciben tanto en interiores como en exteriores y se relacionan a un conjunto de factores como los son: las áreas verdes del sector, el factor de cielo visible (SVF, por sus siglas en inglés), el cual indica la visibilidad del cielo en base a los obstáculos que pueden impedir la visión en la zona de estudio y el H/W, cuya función es mostrar la relación entre la altura de los edificios y el ancho de la calle.

El objetivo general de esta investigación es caracterizar la morfología urbana de un sector entre el Barrio el Carmen y el Cangrejo empleando parámetros como el SVF; la altura y distancia entre los edificios; la permeabilidad peatonal; y la intensidad (cantidad y localización) y tipo de masa vegetal o espacios verdes existentes.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolla en el corregimiento de Bella Vista en la ciudad de Panamá, específicamente en un sector comprendido entre el Barrio el Carmen y el Cangrejo. La figura 1 muestra el mapa del sector estudiado, delimitado por las siguientes vías principales en la ciudad de Panamá: (a) la vía Simón Bolívar (Transísmica); (b) la vía España; (c) la Avenida Ramón Arias; y, (d) la Vía Argentina. Las fronteras del área estudiada se encuentran cerca de la Universidad de Panamá (UP) y de la estación Vía Argentina de la línea 1 del metro de Panamá.



Figura 1. Mapa del sector estudiado entre el Carmen y el Cangrejo.

2.1 Descripción morfológica del sector

Para desarrollar el análisis del sector se generaron los siguientes mapas: (a) Mapa de altimetría; (b) Mapa de zonificación; (c) Mapa de manzanas; (d) Mapa de áreas verdes y Mapa de servidumbre y orientación vial. Además, se presenta una tabla con la altura máxima, mínima y promedio de los edificios, el ancho de las calles, la relación H/W y el SVF (Factor de Cielo Visible). Para calcular los parámetros H/W y el SVF se empleó las vías principales del sector estudiado. El mapa de manzanas se realizó utilizando Google Earth para ubicarlas y luego sacar su respectiva área total. Posteriormente, se determinó un rango de colores (de colores fríos a rojos) en función del tamaño de las manzanas. El mapa de zonificación se desarrolló por medio del Documento Gráfico de Zonificación de la Ciudad de Panamá, en el que se identificaron las normas de zonificación existentes en el área de estudio, las mismas se pueden reconocer por medio de una escala de colores correspondiente con los códigos del sector. Para el mapa de altimetría de la zona se obtuvieron los rangos de altura existentes en el área de estudio, tomando las alturas de los edificios de la zona por medio de Google maps, Streetview y estimándolo mediante el número de plantas.

3. RESULTADOS

El sector estudiado presenta manzanas con formas irregulares y de diversos tamaños. La figura 2 muestra el Mapa de superficie de las manzanas del sector estudiado. Se consideró utilizar el parámetro superficie, en lugar de frentes de manzana o distancias entre esquinas por la presencia de muchas manzanas irregulares.

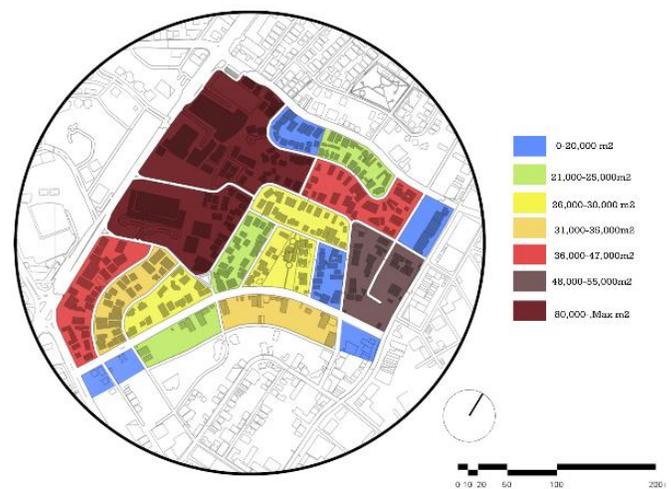


Figura 2. Mapa de Manzanas del sector estudiado.

De un total de 16 manzanas en el sector estudiado, solo 3 tienen una superficie menor a 20,000m², considerada una superficie o área ideal pues favorece la peatonalidad ya que las distancias entre las esquinas no son tan grandes; pudiendo estar en un rango ideal entre 60m y 100m. La manzana más pequeña (color azul), delimitada por la Av. Ramón Arias, la Vía Grecia y una vereda peatonal que conecta la Vía Grecia con la Av. Ramón Arias, tiene una superficie aproximada de 19,400m². A pesar de que 13 de las 16 manzanas tienen superficies mayores a los 20,000m², existen dos manzanas extremadamente grandes, con superficies mayores a los 80,000m². Ambas manzanas, representadas por el color rojo vino (en el mapa de la Figura 2), están paralelas a la Vía Transísmica. De esas dos, la manzana más grande tiene 134,000m² y está delimitada por la calle Combatientes del Ghetto de Varsovia, la Vía Transísmica, la Av. Ramón Arias, la Vía Grecia, Calle Demetrio Herrera Sevillanos y la calle José Isaac Fábrega.

La figura 3 muestra el Mapa de servidumbre y orientación vial existente en el sector estudiado. La servidumbre y derechos viales van desde los 15 hasta los 60 metros. Las vías principales de este sector son la Av. Simón Bolívar y la Vía España, con 60m y 40m de servidumbre respectivamente, siendo dos arterias viales importantes de la ciudad de Panamá. La Vía Argentina, la Av. Ramón Arias y la Av. Manuel Espinoza Batista son Avenidas colectoras que pasan por el sector estudiado y tienen 25 metros de derecho vial. En el sector predomina las calles terciarias con 15 metros de derecho vial. Aunque no se evaluó, la intensidad vehicular, cabe destacar que este sector de la ciudad de Panamá tiene un intenso flujo vehicular. Y a pesar de grandes manzanas, se encontraron pocas veredas peatonales.

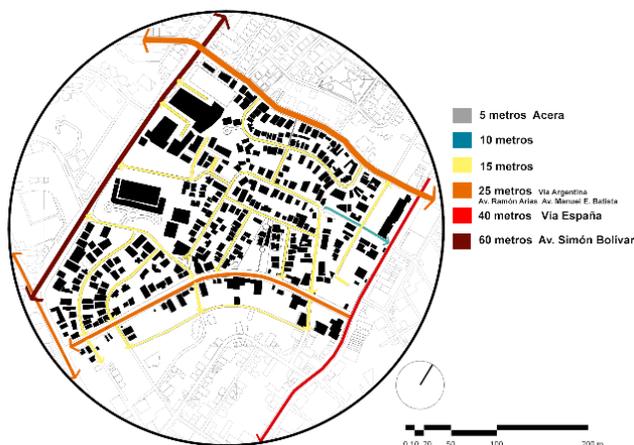


Figura 3. Mapa de servidumbre y orientación vial.

La figura 4 muestra el Mapa de Altimetría existente en el área de estudio. Existe una diversidad de alturas en el sector. Un número considerable de edificios entre los 30 y 58 niveles. Y todavía varios entre 1 y 4 niveles.

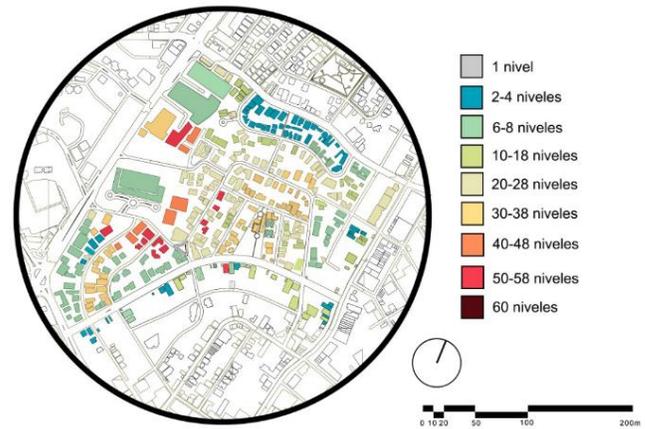


Figura 4. Mapa de altimetría del sector estudiado.

La figura 5 muestra el Mapa de zonificación en la zona de estudio. A lo largo de las avenidas principales se observa manzanas con uso comercial y residencial comercial, y en el corazón del área estudiada, una gran cantidad de manzanas para residencia de alta densidad (RM1, RM2, RM3). En este sector podemos encontrar, universidades, hoteles, edificios de apartamentos, de oficinas, de comercios, entre otros.

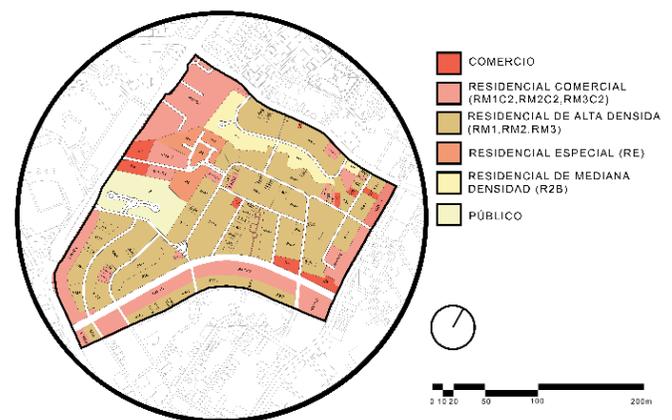


Figura 5. Mapa de zonificación.

La figura 6 muestra el Mapa de áreas verdes en la zona de estudio. Las áreas verdes desempeñan un papel fundamental en las ciudades pues ayudan a crear microclimas agradables protegiendo de los altos niveles de radiación solar presentes en el clima tropical húmedo [3]. Además que proporcionan espacios para la recreación y la interacción social de la comunidad. En el presente estudio se empleó el Google Earth

para ubicar y cuantificar las áreas verdes o los terrenos destinados al esparcimiento o circulación peatonal, como lo son los parques y plazas. El área total del sector estudiado es de 68,7 hectáreas, siendo que el área verde o de esparcimiento representa sólo un 2.3% de ese total. El área permeable, donde se consideró los terrenos baldíos, representa un 4.6% y las áreas arborizadas abarcan un 11.28%.

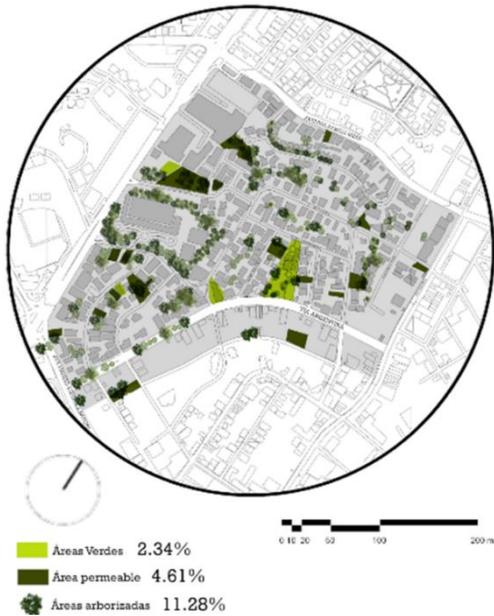


Figura 6. Mapa de áreas verdes.

La tabla 1 muestra los resultados de (a) la relación entre la altura promedio de los edificios y el ancho de la servidumbre (H/W) y (b) el factor visible del cielo (SVF) [4] en las principales vías del sector estudiado. Con respecto a la relación H/W, su mayor valor fue en la Vía Argentina (6.96) y el menor en la Ave. Simón Bolívar o Transísmica (0.39). Estos resultados son obtenidos mediante el promedio entre la altura máxima y mínima de los edificios en dichas vías, dividido por el ancho de su respectiva servidumbre.

Tabla 1. Resultados de H/W y SVF.

VÍA	ALTURA MÁXIMA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)	ALTURA PROMEDIO (m)	ANCHO DE CALLE (m)	RELACIÓN	SVF
Ave. Simón Bolívar	114	3	24	60.96	0.393	0.471
Ave. Ramón Arias	24	3	84	25	3.36	0.721
Vía Argentina	24	3	174	25	6.96	0.721
Vía España	12	3	54	40	1.35	0.957

Los resultados del factor visible de cielo (SVF) variaron de 0.471 hasta 0.957. Los valores próximos de 0 significan que el

área entre los edificios o la servidumbre pública tiene una fuerte incidencia de la radiación solar directa. Los colores colocados en la tabla 1 son para distinguir las vías principales y guarda relación con la figura 3.

4. DISCUSIONES

El barrio del Carmen y el Cangrejo tienen un alto potencial de densificación y crecimiento urbano (tanto comercial, servicio y residencial) debido a su localización y porque están servidas por importantes arterias viales como la Vía España, la Vía Argentina, la Av. Ramón Arias y la Av. Manuel Espinosa Batista. Actualmente, existen algunas edificaciones de gran altura y múltiples tipologías y varias en construcción. Sin embargo, la zonificación del corazón del sector estudiado es en su mayoría residencial de alta densidad, aspecto que requiere ser analizado futuramente de una manera más profunda. Por otro lado, el estudio de la morfología urbana podrá ayudar a trazar directrices de mejoras urbanas del sector. Se recomienda continuar el estudio analizando parámetros microclimáticos que puedan ser correlacionados los levantadas aquí.

Debido a la pandemia del Covid19 no fue posible realizar un recorrido al sitio, lo cual no permitió una evaluación más a fondo del área de estudio. Todo el estudio se desarrolló virtualmente con el apoyo de google earth y otras plataformas, por lo que se sugiere que los datos presentados en este estudio sean verificados futuramente. Se destaca que el difícil acceso a la información vía web y la ausencia de datos online dificultó el proceso de investigación.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio levantó parámetros para analizar la morfología urbana de un sector comprendido entre el barrio del Carmen y el Cangrejo en la ciudad de Panamá. Con el objetivo de aumentar los datos y enriquecer el debate sobre diseño urbano en la ciudad de Panamá, se destacan a seguir las principales observaciones sobre el sector estudiado:

- El uso de suelo que predomina es el Residencial de alta densidad, mientras que el menor es el público; el área verde o de esparcimiento es de sólo 2.3% y el área permeable (considerando terrenos baldíos) es de 4.6%.
- Existe un número significativo de edificaciones entre 20 y 58 niveles.
- El sector se encuentra rodeado por dos de las arterias viales de mayor flujo vehicular de Panamá: la Vía España y la Av. Simón Bolívar; esta última con el mayor derecho vial (60 metros). Sin embargo, la servidumbre predominante son las calles secundarias, con derecho vial de 15 metros.

- Sólo 3 de las 16 manzanas tienen superficies menores a 20,000m², considerada una superficie ideal ya que favorece la peatonalidad pues la distancia entre las esquinas es corta (entre 60 y 10m). Sin embargo, en el documento de servidumbres del MIVIOT de Panamá, se observan únicamente dos veredas peatonales. Este aspecto debe ser revisado, con el objetivo de buscar soluciones que favorezcan la movilidad activa del sector.
- Para la relación H/W su resultado fue mayor en la Vía Argentina y menor en la Av. Simón Bolívar. Esto quiere decir que, dependiendo de la orientación del trecho con respecto al sol, la servidumbre vial de la Vía Argentina puede verse beneficiada por la sombra proyectada de los edificios implantados a lo largo de esa vía. Sin embargo, estos resultados fueron obtenidos mediante una media entre el edificio más alto y el más bajo (la altura máxima y la mínima) en las vías principales, por lo cual se recomienda su evaluación más detallada en futuros estudios.
- En cuanto al factor visible de cielo (SVF), el sector estudiado tiene valores entre 0.471 a 0.957, siendo el menor valor en la Vía Simón Bolívar (Transísmica) indicando que esa vía tiene una mayor incidencia de radiación solar directa. Este aspecto debe evaluarse con más profundidad y detalle en el futuro.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

REFERENCIAS

- [1] A. M. V. M. D.asimakopoulos, « a method to investigate the potential of south-oriented vertical surfaces for reflecting daylight onto oppositely facing vertical surfaces under sunny conditions.,» *science direct*, vol. 66, n° 6, pp. 439-446, september 199.
- [2] L. C. M. A. Ruiz, «aspectos cuantitativos y cualitativos de la luz solar en recintos urbanos de alta densidad edilicia en climas soleados (período invernal),» *hábitat sustentable*, vol. 8, n° 1, 2001.
- [3] 1 12 2020. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/El_Cangrejo.
- [4] R. R. N. T. G. P. M dirksen, «cálculo del factor de vista del cielo y su aplicación en estudios de islas de calor urbanas,» *science direct*, vol. Volumen 30, n° 5, 2019.

Fecha de recepción: 03 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 27 de octubre de 2020.

EVALUACIÓN DE LA LUZ NATURAL EN SALÓN DE ESTUDIO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Cesar Solís ^{1,a}, Liz Jaureguizar ^{1,b}, Javier Ariza ^{1,c}, Erlin Mojica ^{1,d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2,e}

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

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

^{1,a}Cesarsolro281997@gmail.com, ^{1,b}lizjaureguizar4@gmail.com, ^{1,c}javierariza507@gmail.com, ^{1,d}erlin17@hotmail.es, ^{1,2,e}jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: Los edificios están expuestos a luz natural durante el día, sin embargo, no siempre es aprovechada de la mejor manera. Por otro lado, la radiación solar directa debe ser controlada eficientemente para evitar el ofuscamiento, el calentamiento de los ambientes internos y, el consecuente mayor consumo eléctrico del sistema de aire acondicionado. En este trabajo se estudia los niveles iluminación natural en el salón 211 de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá (FADUP). Se realizan mediciones de iluminancia (lux) con cuatro luxómetros EXTECH SD 4000 en un día soleado y en uno lluvioso y, además se modeló el espacio interno para comparar y verificar la dinámica de la luz natural. En el día soleado, los niveles de lux en el exterior alcanzaron un promedio de 64,200lux, mientras que en el interior del salón 211 fue de 119lux. Durante el día lluvioso, el promedio fue sólo de 2,446lux en el exterior y de apenas 10lux en el interior.

PALABRAS CLAVES: Iluminancia, iluminación natural, ventanas, ventanas horizontales, salón de clases.

ABSTRACT: The buildings are exposed to daylight during the day, however, it is not always used in the best way. On the other hand, direct solar radiation must be efficiently controlled to avoid glare, heating of internal environments and, the consequent higher electricity consumption of the air conditioning system. In this work, the levels of daylight are measured in room 211 of the Faculty of Architecture and Design of the University of Panama (FADUP). Illuminance measurements are made with four EXTECH SD 4000 luxmeters on a sunny day and a rainy day and, also the internal space was modeled to compare and verify the dynamics of daylight. On a sunny day, lux levels outside averaged 64,200lux, while inside room 211 it was 119lux. During the rainy day, the average was only 2.446lux outside and barely 10lux inside.

KEYWORDS: Illuminance, daylighting, windows, horizontal windows, classroom

1. INTRODUCCIÓN

Los edificios están expuestos a la radiación solar y tienen el desafío de controlarla de manera tal que se minimice la entrada de calor y al mismo tiempo entre luz natural suficiente, sin producir excesivo resplandor [1]. La intensidad de la luz que entra en los ojos humanos puede o no, ser la adecuada o confortable para una determinada actividad. Existen irregularidades en el diseño de la iluminación (natural y/o artificial) en espacios internos de edificios que afectan la producción y la salud de los usuarios pues el confort lumínico es desconsiderado. El uso excesivo de luminarias, la mala posición y distribución de las ventanas, así como la deficiente orientación de la luz artificial con relación al área de trabajo son algunos ejemplos que pueden generar espacios internos

inconfortables para los usuarios. El nivel de luminosidad y la calidad de la luz influyen de manera directa en el rendimiento de las personas.

El presente estudio tiene por objetivo analizar cuantitativa y cualitativamente la iluminación de una sala de clases de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá (FADUP). Se espera verificar la influencia de la geometría de las ventanas y de los quiebrasoles en la luminosidad del espacio interior. Se evaluará el desempeño de la luz natural tomando en cuenta variables independientes como la intensidad de la iluminación natural externa y la manera como las ventanas influyen en la variable dependiente, que en este caso es la iluminación interior.

2. METODOLOGÍA

Para desarrollar este estudio se tomó el trabajo de Araúz et al., 2019 [2] como referencia. Posteriormente, se seleccionó un salón de la Universidad de Panamá (UP) que tuviera ventanas laterales, protección solar (quebrasoles) y en el que se pudiera realizar mediciones en diversos horarios.

Se seleccionó el aula 211 de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá (FADUP) por ser un espacio educativo de actividad visual y didáctica intensa. Luego se plantearon los ejes y puntos de trabajos importante para posteriormente realizar las mediciones. La figura 1 muestra el salón 211 de la FADUP, localizado en el nivel 200. Sus dos fachadas, orientadas al noreste y sureste, cuentan con ventanales horizontales corridos en la parte superior, por donde reciben buena iluminación natural especialmente en la mañana. Sus dimensiones son de 7.45m x 9.50m y cuenta con iluminación artificial.

2.1 Medición de iluminancia

La figura 2 muestra la localización y encuadre de las cámaras colocadas en su interior para comparar las fotos con la simulación de iluminación. En el salón 211 se realizaron mediciones de iluminancia con 3 Luxómetros EXTECH SD 4000 siguiendo un cuadrículado de referencia con ejes y puntos de medición, conforme realizado en estudios previos [3] (Ver figura 3). Posteriormente, se realizó una comparación del nivel de luz tanto interno como externo para observar su variación con relación a la intensidad de luz externa.

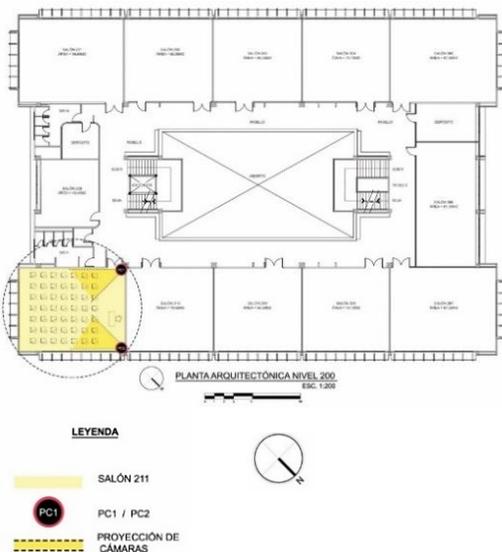


Figura 1. Localización y orientación del salón 211 de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá (FADUP).

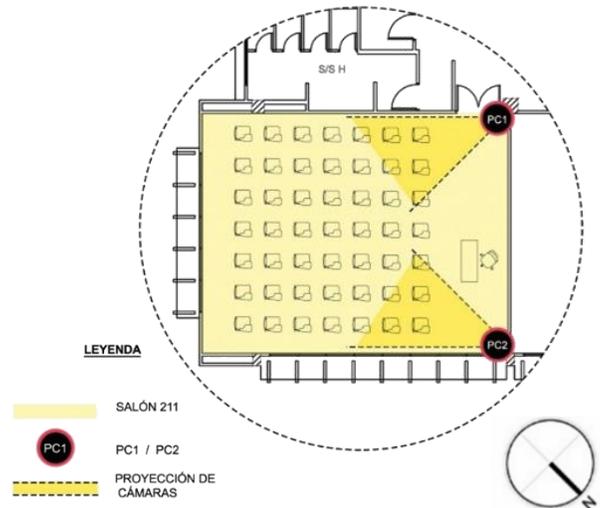


Figura 2. Proyección de cámaras y ángulos de visualización, salón 211.

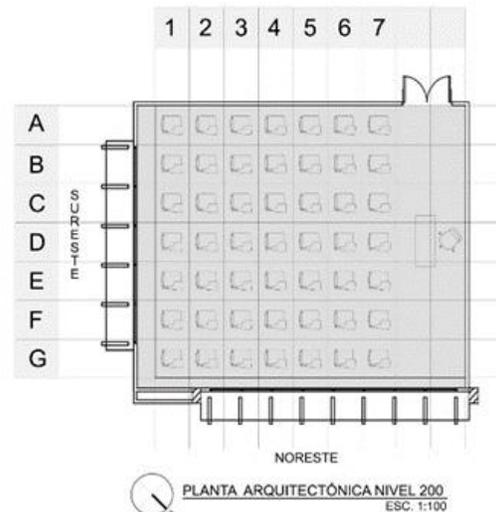


Figura 3. Cuadrícula del Salón 211

2.2 Modelado 3D y simulaciones de iluminación

Se realizó un modelado tridimensional georreferenciado del salón 211, empleando el programa Sketchup. Se obtuvieron imágenes simuladas de la iluminación natural dentro de dicho salón y que se compararon y estudiaron en diferentes horarios. La validación del modelo se realizó mediante una comparación con fotografías con proyecciones e intensidades de sombras en diversos horarios.

3. RESULTADOS

El análisis de iluminación del salón 211 se realizó en los ejes de medición o puntos de interés dentro del salón, que en este caso serían las sillas, conforme ilustrado en la Figura 3. Se obtuvieron los valores promedios de lux en cada punto o silla. Para esto se tomaron los niveles de lux interiores y simultáneamente los exteriores, con el objetivo de observar cómo las condiciones de luminosidad externas influenciaban la luminosidad interna.

3.1 Validación del modelo 3D

La figura 4 muestra la simulación computacional donde se observa que la fila E es la que recibe luz solar directa en función de la disposición de las ventanas. La figura 5 es la fotografía de la cámara PC1, la cual tiene el mismo encuadre de la simulación. Aunque la intensidad de la reflexión de luz natural es un poco diferente, la localización de la mayor luminosidad dentro del salón si es muy similar.



Figura 4. Simulación de iluminación en la misma posición de la cámara PC1 dentro del Salón 211 a las 8:00am.



Figura 5. Fotografía de la cámara PC1 en el salón 211 a las 8:00am.

3.2 Mediciones en día Soleado

La tabla 1 muestra que los niveles exteriores de luminosidad estaban entre 47,700 y 75,200 lux.

Tabla 1. Niveles de iluminación (lux) en el exterior.

Escenario #1			
Niveles de lux tomados del exterior			
Tiempo	Hora	Niveles De Lux	Medicion
T1	11:55	86,900	5 minutos Antes De la Medicion
T2	11:56	82,000	
T3	11:57	75,000	
T4	11:58	72,900	
T5	11:59	67,900	
T6	12:00	68,400	Tiempo De Medicion interna
T7	12:01	75,200	
T8	12:02	71,400	
T9	12:03	61,100	
T10	12:04	55,700	
T11	12:05	57,500	
T12	12:06	54,200	
T13	12:07	47,700	
T14	12:08	53,400	
T15	12:09	60,200	
T16	12:10	63,900	
T17	12:11	72,700	
T18	12:12	56,700	
T19	12:13	61,800	
T20	12:14	72,700	
T21	12:15	67,700	
T22	12:16	62,300	
T23	12:17	57,700	5 minutos Después De la Medicion
T24	12:18	24,700	
T25	12:19	67,700	
T26	12:20	71,400	
T27	12:21	64,800	

La figura 6 muestra los niveles de iluminación natural medidos en los puntos de interés o sillas de trabajo dentro del salón 211. Se observa que las mayores intensidades son de aprox. 225 lux y están en el centro del salón. Cabe destacar que durante la medición interna los niveles externos estaban entre 47,700 y 75,200 lux.

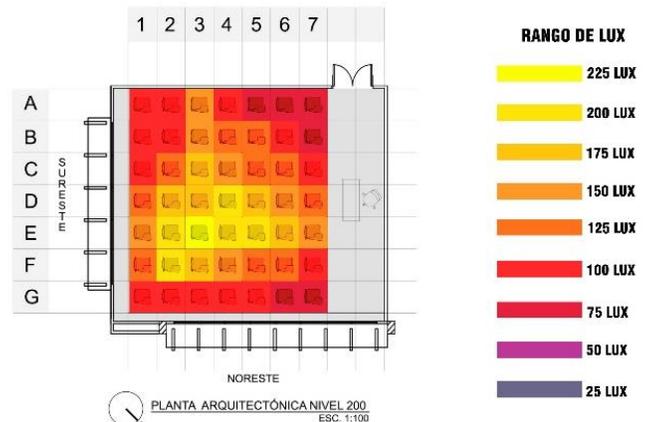


Figura 6. Cuadrícula de intensidad de lux según colores

La figura 7 muestra una comparación entre los niveles de luminosidad exteriores e interiores. El pico máximo en la luminosidad externa también se observó en el interior. El desfase de 30 segundos en entre ambos picos puede ser una imprecisión en la captación de los datos.

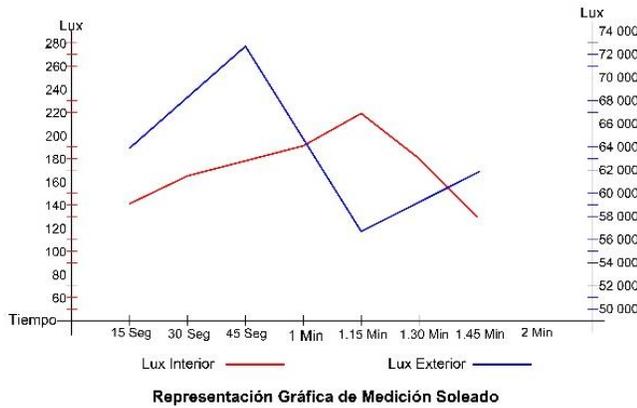


Figura 7. Gráfica de lux exterior e interior

Mientras el pico máximo de luminosidad exterior estaba en 72,700lux, en el interior del salón 211 estaba en 178lux, representando un aprovechamiento de 0.24%. Durante el día soleado los niveles de luminosidad interior oscilaron entre 219lux y 130lux. Cabe destacar que, en un estudio previo [4], se midieron niveles por arriba de los 400lux con ventanales mayores que los del salón 211.

Tabla 2. Niveles de iluminación (lux) en el interior del salón 211.

Escenario #1			
Niveles de lux tomados del exterior			
Tiempo	Hora	Niveles De Lux	Medicion
T1	1:30	4,470	5 minutos Antes De la Medicion
T2	1:31	3,630	
T3	1:32	2,970	
T4	1:33	2,537	
T5	1:34	2,283	
T6	1:35	2,172	Tiempo De Medicion Interna
T7	1:36	2,037	
T8	1:37	1,954	
T9	1:38	1,992	
T10	1:39	2,016	
T11	1:40	1,986	
T12	1:41	2,030	
T13	1:42	2,170	
T14	1:43	2,301	5 minutos Después De la Medicion
T15	1:44	2,410	
T16	1:45	2,366	
T17	1:46	2,418	
T18	1:47	2,288	

3.2 Mediciones en día lluvioso

La Figura 8 muestra que los niveles de luminosidad cayeron significativamente dentro del salón 211 durante el día lluvioso y oscilaron entre 4 y 20lux. La figura 9 muestra que los niveles de luminosidad exterior estaban entre 1,960 y 2,020 lux. El pico máximo de luminosidad exterior estaba en 2,172lux, mientras que en el interior del salón 211 estaba en apenas 20lux.

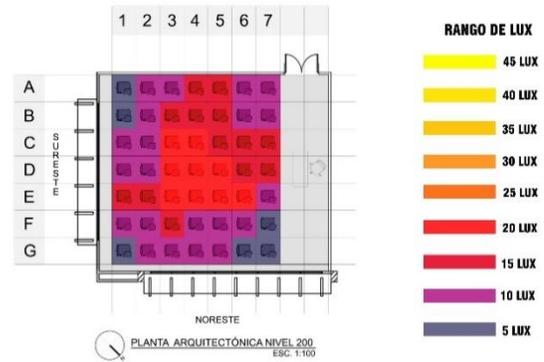


Figura 8. Cuadrícula de intensidad de lux dentro del salón 211.

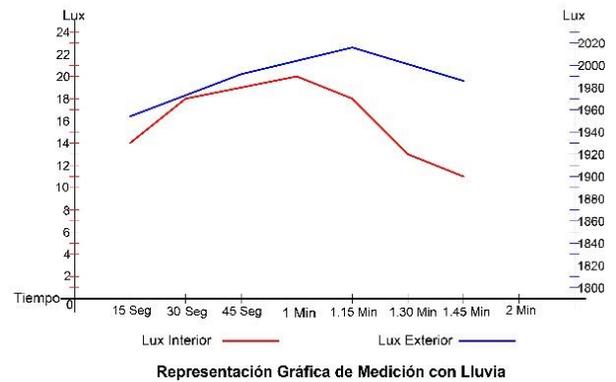


Figura 9. Gráfica de lux exterior e interior

En el exterior en un día soleado se puede lograr una cantidad de 86,900lux, mientras que en un día lluvioso la cifra puede estar en los 4,470lux. Tomando estos datos como referencia, podemos afirmar que en un día lluvioso los niveles de lux pueden disminuir en un 95% en el exterior, mientras que en el interior encontramos una variación de 219 Lux en un día soleado y 20 Lux con lluvia, representando una disminución de 91.0% en un día lluvioso.

4. DISCUSIONES

El nivel de iluminación recomendado para salas de estudio es de 300lux [5]. Sin embargo, en un día soleado difícilmente se sobrepasaron los 200lux en el interior del salón 211, generando un déficit de iluminación. Esto pudiera ser mejor estudiado en un futuro considerando la influencia de los quebrasoles verticales externos, el color de las paredes externas, etc.

Por otra parte, el estudio de iluminación se realizó en un espacio con ventanas horizontales (ver figura 12), las cuales son las más eficientes en la obtención de luz natural en interiores según Vaisi y Kharvari, 2019 [6]. Considerando esto, se sugiere realizar un estudio comparativo en un espacio similar, pero con ventanas

verticales para compararlo con nuestro estudio y poder corroborar dicha información.

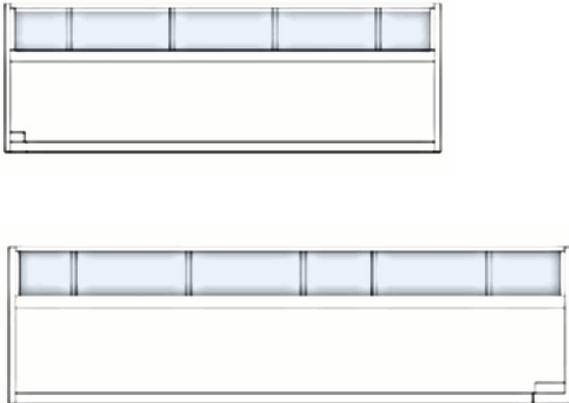


Figura 12. Elevación y Geometría de las ventanas del salón 211.

Las ventanas tienen un rol importante en el diseño de edificios pues éstas deben permitir la entrada de la iluminación difusa y a la vez controlar la entrada de la radiación solar directa. La ventana óptima para reducir cargas energéticas es la que cuanto más grande sea, más importante es su función de control del deslumbramiento y de la ganancia de radiación solar [7]. Su geometría, localización y forma debe estar en función de la orientación solar, además del viento predominante. Pero no siempre las ventanas pueden estar orientadas de modo a controlar la radiación directa. Es aquí donde elementos de control como los aleros o los quiebrasoles aparecen para proteger y reflejar la radiación solar. El salón 211, ubicado en el noreste y sureste, recibe toda la luz natural de la mañana y aunque sus ventanales superiores son horizontales corridos y tiene quiebrasoles verticales, el mismo presenta una mayor iluminación en el centro y en algunas perspectivas causa penumbra y deslumbramiento. El nuevo Reglamento de Edificación Sostenible (RES) [8] no sugiere el uso de quiebrasoles verticales en las fachadas oeste y este. Aspecto que requiere su revisión y por lo cual se recomienda que este estudio sea ampliado pues el salón 211 tiene quiebrasoles verticales adecuadamente colocados en su fachada sureste y noreste y aun así el ofuscamiento es un problema levantado por los usuarios.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este estudio son:

- Durante las mediciones en el día soleado, en el exterior había un promedio de 64,200lux, mientras que en el interior del salón 211 de la FADUP era de 119lux. Sin embargo, durante el día lluvioso, en el exterior el promedio era de 2,446lux y en el interior de apenas 10lux.
- La diferencia de iluminación externa con respecto a la interna nos muestra que con este tipo de

ventanas horizontales corridas sólo se aprovecha entre el 0.2 % y 0.9% del total de luz externa.

- En una sala con fachadas orientadas al noreste, y sudeste, y con ventanas corridas horizontales, la distribución de la iluminación natural interna es heterogénea, con altos contrastantes de luminosidad, con sectores con mayor intensidad de iluminación.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al decano de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá (FADUP), Magíster Ricardo Ortega por permitir realizar las mediciones de iluminación en el salón 211.

REFERENCIAS

- [1]. Lidia Badarnah, "Light management lessons from nature for building applications" *Procedia Engineering* 145 (2016) 595 – 602.
- [2]. Ana Gabriela Araúz, Cathleen Lee, Diego Segundo, Jorge Isaac Perén, "Caracterización Lumínica Del Centro De Operaciones Del Banco General" 40. *SusBCity Vol.1, No.1:40-45 Enero –Diciembre 2019*. Artículo comparativo.
- [3]. Beitia, J., Gonzalez, A., Guardia, B., Guerra, A., & Peren, J. (2020). Evaluación de la iluminación natural y del rendimiento de quiebrasoles en el edificio de oficinas 205 - SENACYT. *SusBCity*, 2(1), 9-17.
- [4]. Andres Marquínes, Evelyn Tejeira, Eymi Aulestia, Madelin Lezcano, Samantha Franco, Kristel Goti, Yailine Warren, Fatih Karaka & Jorge Isaac Peren (2020). "Evaluación del nivel de iluminación natural en una oficina del edificio 3835 del International Business Park." *SusBCity*, 2(1), 1-8.
- [5]. The National Optical Astronomy (NOAO), operado por The Association of Universities for Research in Astronomy, Inc (AURA), "Niveles de iluminación recomendados"
- [6]. Salah Vaisi and Farzam Kharvari, "Evaluation of Daylight regulations in building using daylight factor analysis method by radiance" *Energy for Sustainable Development* 49 (2019) 100–108.
- [7]. Khaled Alhagla, Alaa Mansour, Rana Elbassuni, "Optimizing windows for enhancing daylighting performance and energy saving" *Alexandria Engineering Journal* (2019) 58, 283–290.
- [8]. Resolución N°. 035, de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (JTIA), de 26 de junio de 2019: Reglamento de Edificación Sostenible (RES)".

Fecha de recepción: 26 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2021.

ESTUDIO DEL DISEÑO DEL CONJUNTO P.H. CENTRAL PARK Y SU INFLUENCIA EN EL CONFORT AMBIENTAL DE UNO DE SUS APARTAMENTOS

Juan Salih ^{1a}, Paula Pino ^{1b}, Benjamín Rodríguez ^{1c}, Nairobi Uribe ^{1d}, Jorge Isaac Perén ^{1,2e}

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

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

^{1a} jcsalih@gmail.com, ^{1b} pinopaula.p@gmail.com, ^{1c} elias.22.4.97@gmail.com,

^{1d} nairobiuribe18@gmail.com, ^{1,2e} jorge.peren@up.ac.pa

RESUMEN: El presente estudio analizó el diseño arquitectónico del residencial P.H. Central Park y su potencial influencia en el confort ambiental de uno de los apartamentos del conjunto de torres. Ese conjunto de torres está ubicado en Pueblo Nuevo en la ciudad de Panamá, próximo a la estación del metro 12 de octubre. A partir de las plantas arquitectónicas y de un modelado 3D georreferenciado del conjunto se evaluó la incidencia solar directa en el apartamento 9F (piso 9) de la Torre Lexington. Los resultados apuntan que el confort térmico y lumínico en la recámara principal de dicho apartamento está influenciado por la orientación y localización de la Torre y especialmente por la ausencia de elementos de sombra en su fachada.

PALABRAS CLAVES: Ventanas, orientación, sistema de protección solar, confort ambiental, eficiencia energética.

ABSTRACT: The present study analyzed the architectural design of the residential P.H. Central Park and its potential influence on the environmental comfort of one of the apartments in the tower complex. This set of towers is located in Pueblo Nuevo in Panama City, close to the 12 de Octubre metro station. From the architectural plans and a georeferenced 3D modeling of the complex, the direct solar incidence in apartment 9F (9th floor) of the Lexington Tower was evaluated. The results indicate that the thermal and light comfort in the main bedroom of said apartment is influenced by the orientation and location of the Tower and especially by the absence of shading elements on its frontage.

KEYWORDS: Windows, orientation, solar shading system, environmental comfort, energy efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo energético de los edificios se está acelerando a un ritmo alarmante [1, 2]. Las nuevas tendencias de estilos arquitectónicos, como el estilo internacional con grandes pieles de vidrio, parecen tomar fuerza con la intención de proyectar ciudades como grandes centros urbanos de reconocimiento mundial. Sin embargo, el confort ambiental enfocado en el usuario final, la eficiencia energética y la sostenibilidad han pasado a un segundo plano; detrás de la instalación de grandes paredes de vidrio, escasa o nula ventilación natural (o híbrida) y fachadas sin ningún tipo de protección contra la radiación solar directa. ¿Habrà una forma de crear un balance entre contemporaneidad, confort ambiental y adaptación al cambio climático?

El estudio de Guo y Bart (2020) [1] consideró varios parámetros de diseño que cumplen con el principio de adaptación climática para lograr la eficiencia energética y el

nivel de confort ambiental interior necesario en un edificio. Otros estudios [3, 4] también han considerado otras variables generales para la eficiencia energética. Algunos de dichos parámetros o variables son la relación de ventana-pared, área de apertura, orientación, tipo de ventana, entre otras.

El estudio realizado por Segundo et al. [5] sobre eficiencia energética es uno de los pocos que se pueden encontrar en la literatura panameña. Sin embargo, ese pequeño estudio marcó un precedente e impulsó nuevas investigaciones enfocadas no sólo en la eficiencia energética, sino en el confort ambiental y lumínico [6-8]. La escasez de estudios e investigaciones científicas sobre la relación entre confort ambiental y eficiencia energética en Panamá, son la principal motivación para la elaboración de este estudio.

El objetivo general del presente trabajo es identificar los factores o patologías de diseño que pueden llegar a afectar el

confort humano en un edificio. Para ello se consideraron algunos de los parámetros de Guo y Bart [1]. Los objetivos específicos son: (a) Evaluar el diseño de las ventanas y/o sus elementos arquitectónicos de protección contra la radiación solar directa y su potencial influencia en el confort ambiental y la eficiencia energética dentro de un apartamento; (b) Evaluar la influencia de la orientación del edificio en el nivel de incidencia solar que recibe este y uno de sus apartamentos.

2. METODOLOGÍA

Para ese estudio se seleccionó el conjunto residencial P.H. Central Park, ubicado en la Av. Transístmica, cercano a la Estación del Metro 12 de octubre, en la ciudad de Panamá (ver Figura 1). Se emplearon plantas arquitectónicas y se realizó un modelado 3D georreferenciado del conjunto para evaluar la incidencia solar y las proyecciones de sombra del conjunto de edificios en un apartamento en el piso 9 de la Torre Lexington del P.H. Central Park.

2.1 Localización geográfica

La figura 1 y 2 muestran la implantación y orientación del conjunto P.H. Central Park. El edificio estudiado (Torre Lexington) está ubicado casi perfectamente con sentido Norte, teniendo sus dos fachadas más alargadas (fachadas principales) en dirección norte y sur. Sus dos fachadas más estrechas (la lateral este y oeste) son las que reciban la mayor incidencia solar. Como resultado de la orientación geográfica, las fachadas que poseen la mayor cantidad de ventanas deberían tener una menor incidencia solar, pero con la latitud en la que se encuentra Panamá (~8° latitud Norte) el sol incide en todas las fachadas. Considerar la latitud y orientación es esencial al diseñar.



Figura 1. Localización del proyecto.

2.2 Variables evaluadas

Se empleará algunas de las variables consideradas por Guo y Bart (2020) [1], tales como: relación ventana-pared, área de apertura, orientación, absorción térmica y tipo de ventana. Dichas variables están descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables importantes para la evaluación del desempeño ambiental y energético de un edificio.

Variables	Traducción	Autores
WINDOW OPENING AREA	Área de apertura de la ventana	(Jiménez, 2019)
WWR (Window Wall Ratio)	Relación ventana Pared	(Guo and Bart, 2020)
Orientation	Orientación	(Guo and Bart, 2020)
Tipo de vidrio	Crystal Type	
Tiempo de apertura de la ventana	Window opening time	Jiménez-Bescos, C, xxx
Dimensiones de la ventana	Window dimensions	
Tipo de abertura	Opening type	
Absorción térmica de los materiales	Thermal absorption of materials	

3. RESULTADOS

Los siguientes resultados fueron obtenidos luego de un análisis de 3 factores primordiales utilizados a la hora del estudio de la planta del edificio: (a) el soleamiento derivado de la orientación del edificio; (b) el sombreado producido por elementos arquitectónicos en el edificio o alrededor, y (c) la incidencia solar dentro del apartamento derivado de las características y ubicación de las ventanas implementadas.

3.1 Características de las ventanas

Se tomó la planta de la Torre Lexington, un edificio del conjunto, para poder hacer el análisis interno de las ventadas. Se obtuvo información de las dimensiones, tipo y ubicación de cada una de las ventanas del apartamento. A la hora de un diseño de apartamento es de suma importancia saber hacia que fachada del edificio se están ubicando cada ventana, esto ayuda a que las ventanas con mayor incidencia solar sean las áreas

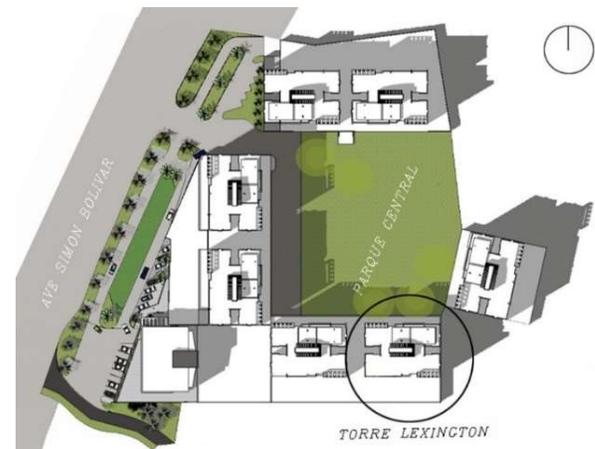


Figura 2. Conjunto P.H. Central Park con indicación de la Torre Lexington estudiada.

del apartamento que no son tan concurridas durante el día, dejando las zonas más importantes con la menor incidencia solar, proporcionando así un confort humano natural al apartamento.

En este caso las ventanas más importantes del apartamento que son las de la sala y la habitación principal están ubicadas justamente en la fachada principal del edificio, la que proporciona la mayor incidencia solar durante el día, como se puede observar en la Figura 3. Al igual, las ventadas de esta zona son las ventadas de mayores dimensiones de todo el apartamento, como se puede observar en la Tabla 2 la cual contiene la especificación de cada tipo de ventana.

Además de esto, en el aspecto de diseño arquitectónico no se le implementó ningún tipo de alero, quiebra sol, pared sobresaliente o dupla, persianas o cualquier otro tipo de elemento que pudiera proteger las fachadas frontal y posterior que son las más expuestas al sol y las que poseen la mayor cantidad de ventadas y con el mayor tamaño. La figura 4 muestra la Fachada Frontal y Lateral. Esto nos dice que, a la hora del diseño del edificio no se pensó en ningún tipo de protección, y se orientó la ventana de gran tamaño hacia las fachadas con mayor tamaño y, por lo tanto, mayor incidencia.

3.2 Incidencia solar y sombras en el edificio

Cuando se diseña, además de tomar en cuenta la orientación, también hay una serie de elementos arquitectónicos que se pueden utilizar para poder otorgarle una buena protección solar a los edificios. En este caso, y luego del análisis de las fachadas, se obtuvo que este edificio no posee ningún tipo de elemento que lo logre proteger del sol.

En el periodo de la mañana, el edificio estudiado no recibe sombra por ninguna de las torres vecinas (Figura 5), por lo que la incidencia solar es mayor en la fachada lateral Este. Las sombras dentro del apartamento, en ese periodo del día, se generan hacia las áreas sociales y de servicio, mientras que las habitaciones reciben mayor incidencia solar (Figura 6).

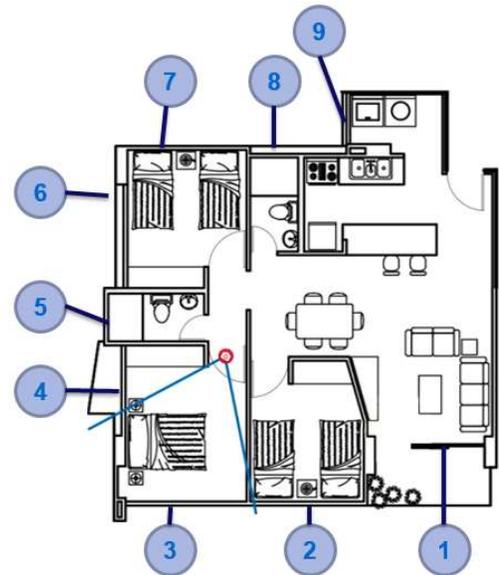


Figura 3. Localización de las ventanas en la planta arquitectónica

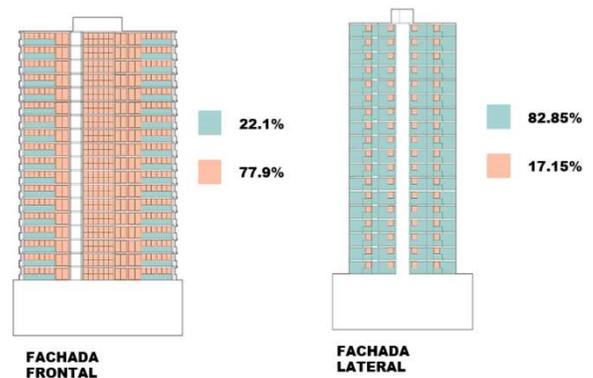


Figura 4. Relación ventana-pared

Tabla 2. Análisis de las ventanas

APARTAMENTO 9F TORRELEXINGTON ORIENTACION DE LA TORRE: NORTE									
VENTANA					ELEMENTOS A SOMBRLEAR				
No.	TIPO	DIMENSION	ORIENTACION	AMBIENTE	VENTILACION CRUZADA	QUIEBRASOLES	ALEROS	BALCON	DIMENSION DE ALEROS/BALCON (ANCHO X PROFUNDIDAD)
1	CORREDIZA	3.2 X 2.65	SUR	SALA	NO	NO	NO	SÍ	1.5 X 3.00
2	CORREDIZA	3.2 X 1.35	SUR	RECÁMARA	NO	NO	NO	NO	
3	CORREDIZA	3.2 X 1.35	SUR	RECÁMARA	SÍ	NO	NO	NO	
4	CORREDIZA	1.05 x 1.35	OESTE	RECÁMARA	SÍ	NO	SÍ	NO	1.05 x 1.00
5	CORREDIZA	.80 x .20	OESTE	BAÑO	NO	NO	NO	NO	
6	CORREDIZA	1.05 x 1.35	OESTE	RECÁMARA	SÍ	NO	SÍ	NO	1.05 x .20
7	CORREDIZA	3.2 X 1.35	NORTE	RECÁMARA	SÍ	NO	NO	NO	
8	CORREDIZA	.80 X .80	NORTE	BAÑO	NO	NO	NO	NO	
9	CORREDIZA	.80 X .80	OESTE	LAVANDERÍA	NO	NO	NO	NO	

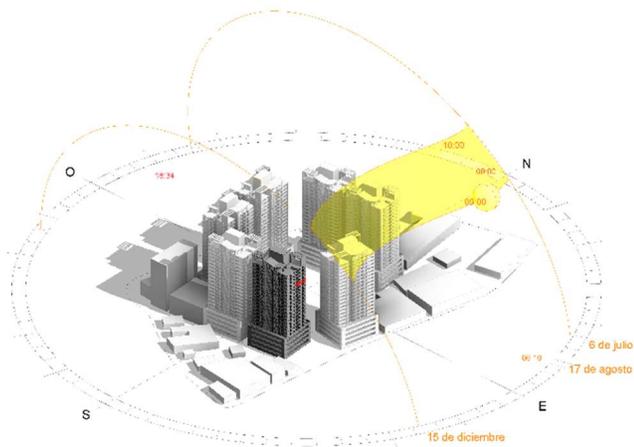


Figura 5. Soleamiento del edificio a las 9:00 A.M.



Figura 6. Sombras dentro del apartamento en el piso 9 a las 9:00 A.M.

Al mediodía, ninguna de las torres recibe sombra entre ellas (Figura 7). La sombra dentro del apartamento es prácticamente nula, esto debido a que el sol se posiciona justo sobre la torre en esa hora del día (Figuras 7 y 8).

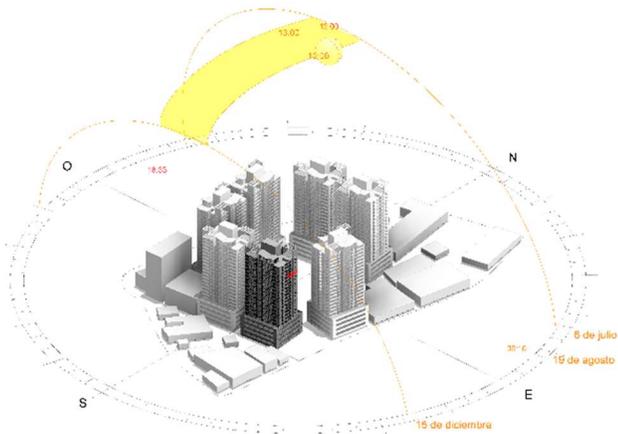


Figura 7. Soleamiento del edificio a las 12:00 P.M.



Figura 8. Sombras dentro del apartamento en el piso 9 a las 12:00 P.M.

En el periodo de la tarde, la torre vecina oeste, brinda protección solar a las fachadas lateral oeste y frontal Sur (ver Figura 9). Las sombras dentro del apartamento durante este periodo del día se generan hacia las áreas de descanso (Figura 10).

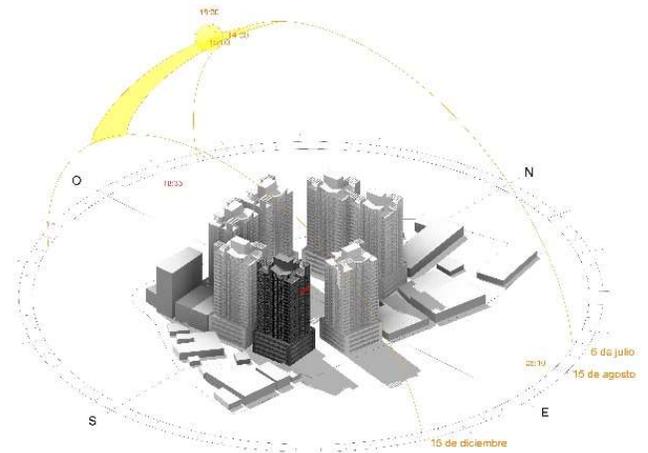


Figura 9. Soleamiento del edificio a las 3:00 P.M.

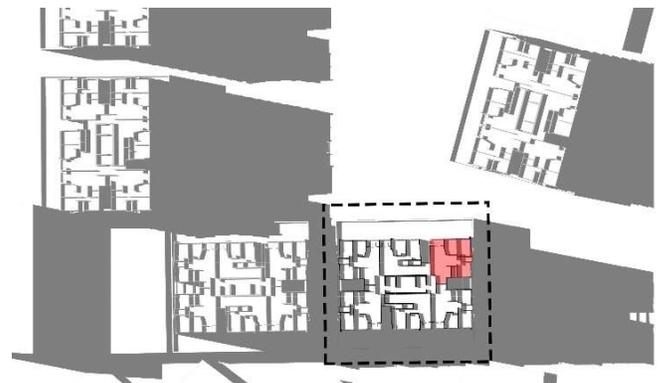


Figura 10. Sombras dentro del apartamento en el piso 9 a las 3:00 P.M.

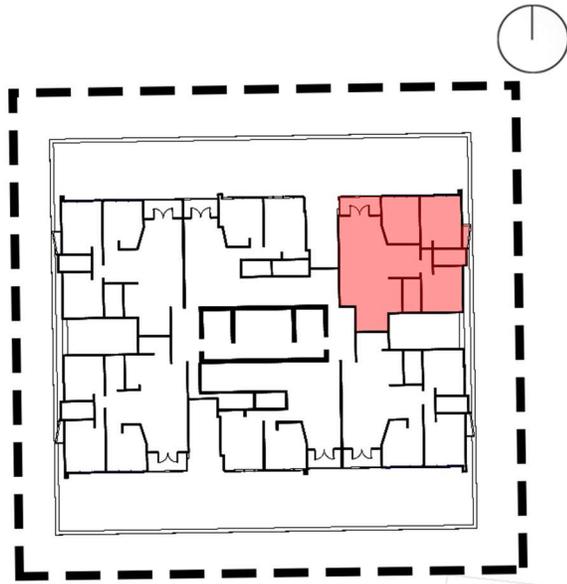


Figura 11. Localización del apartamento en el piso 9 de la torre Lexington.

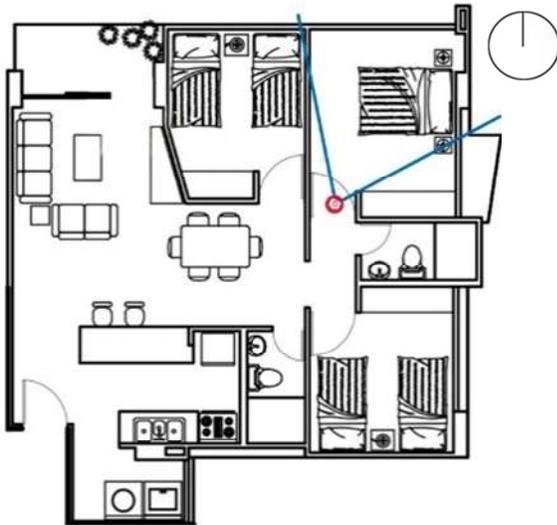


Figura 12. Localización de la cámara en la habitación principal en un apartamento del piso 9.

3.3 Incidencia solar y sombras dentro del apartamento

La ventana N°4 (Figura 3), a pesar de contar con un alero, recibe radiación en el periodo de la mañana, tal como se observa en la (Figura 13). Esto se debe a que el alero no cumple con la función de sombra ya que es muy angosto. En el caso de la ventana N°3 (Figura 3), la misma no cuenta con un alero, lo que permite la incidencia solar dentro de la habitación desde las 12:00pm (mediodía) hasta las 3:00pm de la tarde, como se aprecia en las Figuras 14 y 15.



Figura 13. Incidencia solar dentro de la habitación principal en un apartamento del piso 9 a las 9:00 A.M.



Figura 14. Incidencia solar dentro de la habitación principal en un apartamento del piso 9 a las 12:00 P.M.



Figura 15. Incidencia solar dentro de la habitación principal en un apartamento del piso 9 a las 3:00 P.M.

4. DISCUSIÓN

Por la manera en la que están posicionadas las torres del conjunto, se puede observar que se tuvo un pensamiento inicial de poder orientar sus fachadas dependiendo de la orientación de la salida y entrada del sol, ya que se observa que las fachadas más pequeñas son las que se encuentran orientadas hacia el este y oeste, sin embargo se dejaron demasiado descubiertas las otras dos fachadas, y en un clima como el de Panamá, debido a su latitud, es necesario la protección del sol en todas sus fachadas, no solamente orientarlas geográficamente.

De esta manera, se pudo haber jugado, en un terreno tan grande como el de este conjunto, con el posicionamiento de cada torre para que, entre sí, se pudieran sombrear y cubrir de la incidencia solar, sin embargo, este no fue el caso. Al igual, hay muchos elementos arquitectónicos típicos de la arquitectura moderna panameña que pudieron haber ayudado para la protección del sol individual de cada torre, siendo estos aleros perimetrales o quiebra-soles, de los cuales solo se pueden observar aleros de tamaño reducido y ubicados en las fachadas incorrectas.

De igual manera otro factor que se pudo observar fue como se implementaron y posicionaron las ventanas en cada piso y fachada, dejando las ventanas con mayores dimensiones de los lados con menor protección solar y en las fachadas de mayor tamaño. Se considera que se pudo haber incorporado quiebrasoles en las fachadas de mayor incidencia solar. Cabe destacar, el buen desempeño de los quiebrasoles en un edificio localizado en Panamá, destacado en el estudio de Beitia et al., 2020 [8].

Se obtuvieron las plantas del edificio para la realización de esta investigación pero la principal limitación fue no poder hacer visita de campo debido a la cuarentena a raíz de la pandemia por el virus COVID-19. Por esto se recomienda la continuación de este estudio con mediciones de luminosidad entre otras que puedan validar y reforzar las conclusiones de esta etapa.

5. CONCLUSIONES

- La torre Lexington, como ninguna de las demás torres del Conjunto P.H Central Park no posee ningún tipo de elemento que genere sombra que brinde protección contra la radiación directa del sol. La fachada principal de la Torre Lexington, donde se encuentran las ventanas de mayor tamaño, reciba la mayor incidencia solar durante el día.
- La habitación principal del apartamento estudiado (9F) de la Torre Lexington recibe incidencia solar durante todo el día. Principalmente en el periodo de la mañana, ya que además de no tener elementos arquitectónicos de protección, no tiene ninguna torre aladaña que le brinde sombra.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D): #MUVEE PANAMA, financiado por SENACYT y liderado por el Investigador Principal (IP) Profesor Dr. Jorge Isaac Perén.

REFERENCIAS

- [1] Y. Guo y D. Bart, "Optimización de los parámetros de diseño para edificios de oficinas con adaptabilidad climática basada en la demanda de energía y el confort térmico" Sustainability, vol. 12, n° 9, 2020.
- [2] C. Jiménez-Bescos, "Evaluar el impacto de la estrategia de ventilación y el área de apertura de ventanas en problemas de sobrecalentamiento," IOP Science, vol. 294, 2019.
- [3] E. Lorenzo, J. Oliver, E. Colí, L. Lemus, V. Lerma y A. Reig, "Eficiencia energética y mapeo de emisiones de GEI de edificios para procesos de toma de decisiones contra el cambio climático a nivel local," Sustainability, vol. 12, n° 7, 2020.
- [4] M. Assimakopoulos, R. De Masi, F. De Rossi, D. Papadaki y S. Ruggiero, "Enfoque de diseño de muro verde hacia el rendimiento energético y la mejora de la comodidad interior: un estudio de caso en Atenas," Sustainability, vol. 12, n° 9, 2020.
- [5] D. Segundo, A. Araúz, A. Mora y J. I. Perén, "Primer paso en la eficiencia energética, confort ambiental y sostenibilidad de edificios en Panamá: percepción ambiental de usuarios de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá," Revista de iniciación científica, vol. III, 2017.
- [6] Araúz, A., Lee, C., Segundo, D., & Perén, J. (2019). "Caracterización lumínica del centro de operaciones del Banco General." *SusBCity*, 1(1), 40-45.
- [7] Marquines, A., Tejeira, E., Aulestia, E., Lezcano, M., Franco, S., & Perén, J. (2020). "Evaluación del nivel de iluminación natural en una oficina del edificio 3835 del International Business Park." *SusBCity*, 2(1), 1-8.
- [8] Beitia, J., Gonzalez, A., Guardia, B., Guerra, A., & Perén, J. (2020). "Evaluación de la iluminación natural y del rendimiento de quiebrasoles en el edificio de oficinas 205 – SENACYT" *SusBCity*, 2(1), 9-17.

Fecha de recepción: 26 de julio de 2020.

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2021.