

# Evaluation of the effects of dispersed urban growth on transportation systems in the eastern area of Panama City

María Lourdes Peralta, PhD<sup>1</sup>, Martín Candanedo, PhD<sup>1</sup>, Analissa Icaza, MScEng<sup>1</sup>, Betzy Pinto<sup>1</sup>, Moisés Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, maría.peralta@utp.ac.pa, martin.candanedo@utp.ac.pa, analissa.icaza@utp.ac.pa, betzy.pinto1@utp.ac.pa, moises.lima@utp.ac.pa

*Abstract -- When the distribution of a growing population occurs without policies that direct urban development, problems associated with dispersed growth are generated. Mobility in urban areas is one of the variables that are most affected by this type of growth.*

*In the historical recount of the distribution of the Panamanian population, there are regions that did not have adequate infrastructure to support future growth. This is the case of the eastern area of the capital city, chosen as a study area for presenting communities with high population growth, composed of residential developments driven by private enterprises; as well as for the development of informal housing.*

*The pressure that this growth has placed on transportation systems has generated problems of high traffic congestion, roads collapsed by a flow of cars higher than expected, and high travel times. These problems affect the quality of life of the inhabitants and reduce their productivity, indirectly affecting the economy of the country. This study seeks to make a description of the real state of the road in the study area, through the realization of vehicle gauges and analysis of population growth, which allows finding the relationship between these two variables and to generate proposals aimed at the improvement of mobility in the area.*

*Keywords – urban sprawl, population growth, urban policies, transportation, housing.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.406>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Evaluación de los impactos del crecimiento urbano disperso sobre los sistemas de transporte en el área Este de la ciudad de Panamá

María Lourdes Peralta, PhD<sup>1</sup>, Martín Candanedo, PhD<sup>1</sup>, Analissa Icaza, MScEng<sup>1</sup>, Betzy Pinto<sup>1</sup>, Moisés Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, [maria.peralta@utp.ac.pa](mailto:maria.peralta@utp.ac.pa), [martin.candanedo@utp.ac.pa](mailto:martin.candanedo@utp.ac.pa), [analissa.icaza@utp.ac.pa](mailto:analissa.icaza@utp.ac.pa), [betzy.pinto1@utp.ac.pa](mailto:betzy.pinto1@utp.ac.pa), [moises.lima@utp.ac.pa](mailto:moises.lima@utp.ac.pa)

*Abstract– When the distribution of a growing population occurs without policies that direct urban development, problems associated with dispersed growth are generated. Mobility in urban areas is one of the variables that are most affected by this type of growth.*

*In the historical recount of the distribution of the Panamanian population, there are regions that did not have the adequate infrastructure to support future growth. This is the case of the eastern area of the capital city, chosen as a study area for presenting communities with high population growth, composed of residential developments driven by private enterprises; as well as for the development of informal housing.*

*The pressure that this growth has placed on transportation systems has generated problems of high traffic congestion, roads collapsed by a flow of cars higher than expected, and high travel times. These problems affect the quality of life of the inhabitants and reduce their productivity, indirectly affecting the economy of the country. This study seeks to make a description of the real state of the road in the study area, through the realization of vehicle gauges and analysis of population growth, which allows finding the relationship between these two variables and to generate proposals aimed at the improvement of mobility in the area. -- urban sprawl, population growth, urban policies, transportation, housing.*

## I. INTRODUCCIÓN

El incremento demográfico en las ciudades ha venido influenciado por una centralización de las oportunidades para el desarrollo económico y personal; así como por facilidades de acceso a servicios básicos y una potencial mejora a la calidad de vida. Por estas y otras razones, estudios sociodemográficos demuestran que existe una atracción por este tipo de entornos para el establecimiento de residencia y el consiguiente despliegue de las actividades diarias de trabajo, estudio y esparcimiento [1]. Pese a que este crecimiento es un fenómeno natural, en el proceso se pueden generar problemas asociados a su dispersión, sobre todo si se da bajo el marco de una ausencia de políticas orientadas a la planificación del desarrollo urbano [2].

Las características de una ciudad como, por ejemplo, sus barreras geográficas, eventos históricos, economía, políticas de administración pública, entre otras; condicionan los diversos patrones de distribución de la población sobre su superficie. Entre estos, destacan aquellos que comparten los atributos de un crecimiento disperso, fenómeno denominado en la literatura inglesa como *urban sprawl*, cuya definición más apropiada se da en torno a sus características morfológicas de modo que, pueda ser válida para cualquier ciudad del mundo, independientemente de sus particularidades [3].

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.406>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

17<sup>th</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities”, 24-26 July 2019, Jamaica.

Así, el urban sprawl se define como aquel tipo de crecimiento que se desarrolla en las periferias influyendo en la dependencia del auto para el desplazamiento diario; que presenta una baja densidad de población, con una discontinuidad entre viejos y nuevos desarrollos urbanos, baja proximidad al centro de las actividades y una consecuente pérdida de la centralidad [4]. Sus impactos dependerán del grado de dispersión, así como de las percepciones culturales de la región.

En la ciudad capital de Panamá, existen zonas que presentan características del crecimiento disperso, siendo de especial interés para esta investigación el análisis de la periferia este del área metropolitana. El sector de estudio seleccionado comprende tres corregimientos de importante aumento poblacional respecto al resto del distrito de Panamá, cuya población aumentó en un 33% en el período comprendido entre 2000 y 2015. Estos son los corregimientos de: 24 de Diciembre, Pacora y San Martín; los cuales han crecido en un 64%, 88% y 45%, respectivamente [5]. Además de este marcado crecimiento demográfico, se justifica la escogencia de esta zona por no haber presentado, históricamente, una planificación acorde al desarrollo experimentado en los últimos años, derivando en condiciones críticas sobre diversas infraestructuras como las de agua potable y alcantarillado sanitario, recolección de desechos, salud, transporte, entre otras; las cuales presentan una falta de capacidad para satisfacer las necesidades de la totalidad de habitantes.

El foco del estudio se centra en los impactos sobre la infraestructura vial de la región producto de este crecimiento descontrolado, pues trasciende sobre la calidad de vida de la población, así como en su nivel de productividad. Esto se debe a que la zona atraviesa por altos niveles de congestión vehicular producto de varios factores, entre los que se listan la falta de regularización de tránsito a través de señalizaciones o semáforos, la constante adición de interconexiones viales que permiten la salida y acceso a nuevas urbanizaciones, la saturación de la capacidad de las vías colectoras, secundarias y principales. Estos problemas puntuales derivan a su vez en mayores tiempos de viaje, relacionados proporcionalmente con la distancia recorrida hasta el lugar de destino.

Sumado a las condiciones descritas, el transporte público no es de calidad ni de fácil acceso para todas las comunidades del área de estudio, dificultando considerablemente la movilización y permitiendo la proliferación del transporte

informal e inseguro, cuyo pasaje no está regulado por las autoridades correspondientes, hecho que incide en el aumento del gasto mensual destinado al transporte en los hogares [6].

Con este estudio se pretende realizar un levantamiento de las condiciones actuales de la vialidad de la zona mediante la realización de aforos vehiculares en la modalidad manual. A la vez que se busca describir el aporte de viajes a la red por parte de urbanizaciones representativas, mediante una comparación entre la cantidad de habitantes y su nivel socioeconómico, versus la cantidad de viajes realizados.

Son diversos estudios los que se han llevado a cabo en el en área metropolitana de Panamá en cuanto a urbanismo y movilización, analizando el distrito por macrozonas de estudio. El análisis específico que en esta investigación se presenta, aportará al conocimiento de la zona considerando sus antecedentes y características, lo que dará paso a mejores propuestas acordes a sus necesidades y condiciones actuales, desembocando en una mejor movilidad urbana.

## II. METODOLOGÍA

Para lograr establecer una relación entre el crecimiento urbano disperso y sus impactos sobre la infraestructura del transporte en la zona de estudio, como paso preliminar fue necesario establecer las variables involucradas y de relevancia para el análisis, así como también la disponibilidad de la información. La Fig. 1 presenta un esquema con la descripción de las variables a analizar.

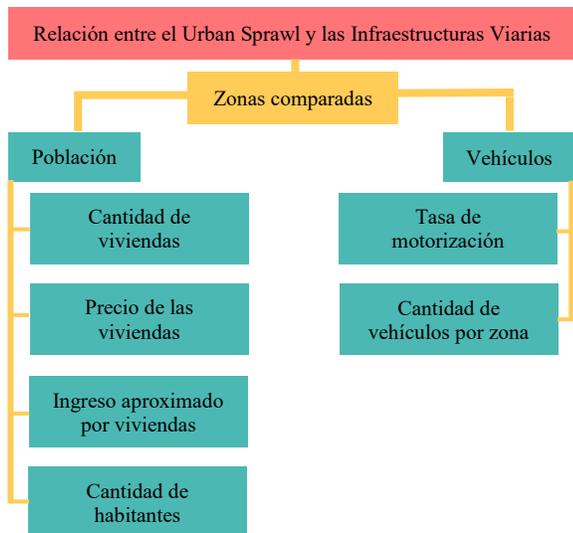


Fig. 1: Esquema de las variables involucradas en el estudio

Se establecieron dos variables principales: población y vehículos. De la primera debía establecerse una caracterización en términos de cantidad y precio de viviendas, así como la cantidad de habitantes y el ingreso aproximado por hogar. Para la segunda, debían establecerse sus antecedentes en la zona mediante el análisis de datos censales y de estudios previos,

para posteriormente determinar, mediante información levantada en campo, valores relacionados al volumen vehicular, distribución de modos de transporte y las horas con mayor demanda.

De importancia resaltar que parte importante de la información base para describir las condiciones actuales del área analizada, se apoya en los resultados obtenidos por parte de otro de los equipos que componen el proyecto de investigación: Sistema de Gestión Científico-Tecnológico para la Mitigación de Problemas Asociados al Crecimiento Urbano Descontrolado: “Urban Sprawl”; al cual pertenece este estudio. En este, se presenta un levantamiento geográfico de las condiciones actuales en relación con el inventario del uso del suelo, tipos de viviendas y características físicas de las redes viales, mediante el uso de Sistemas de Información Geográficos (SIG) actualizado al año 2017.

### A. Revisión de Sistemas de Información Geográficos

La zona de estudio comprende tres corregimientos al Este de la ciudad de Panamá que cumplen con las características de urban sprawl, donde la población se encuentra dispersa sobre una vasta extensión de terreno que alcanza los 609.8 km<sup>2</sup>. En la Fig. 1 se presenta el esquema general del área de estudio con la descripción de superficie de cada uno.

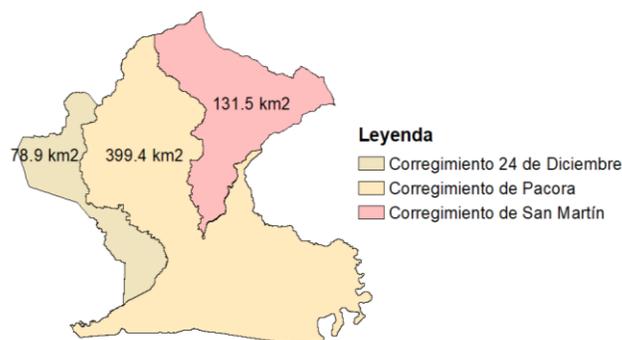


Fig. 2: Corregimientos del área de estudio al Este de la provincia de Panamá

Al ser un área extensa para la colocación de múltiples puntos de aforo vehicular, se hacía necesaria una reducción de la zona de análisis, para lo cual debieron escogerse desarrollos representativos de la región. Fueron establecidos cinco criterios de selección para definir los puntos de levantamiento de datos, entre los que se incluyen:

- 1) Que los desarrollos residenciales tuvieran un solo punto de acceso y salida.
- 2) Que tuvieran características diversas en cuanto al tamaño y precio de las residencias, que permitiera establecer una relación con la condición socioeconómica de sus habitantes.
- 3) Que los puntos desembocaran sobre una vía común.
- 4) Que guardaran cercanía entre sí, para facilitar la logística durante el levantamiento de la información.

**Digital Object Identifier:** (to be inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).

- 5) Que los puntos involucraran desarrollos residenciales planificados mediante promotores privados; y desarrollos de residencias informales.

Mediante una inspección a la base de datos geográfica, se pudo determinar cuatro puntos de aforo vehicular ligados a cuatro zonas de análisis, ubicadas en el corregimiento de Pacora, cuyos aportes vehiculares desembocan sobre la av. José Agustín Arango.

La información de los SIG proporcionó también datos de cantidad de viviendas, para inferir posteriormente el número de habitantes a través de datos demográficos proporcionados por la Contraloría General de la República, con el objeto de relacionarlos con el consecuente aporte a la vialidad. En la Fig. 2 se muestran las zonas de estudio y los puntos de aforo escogidos.

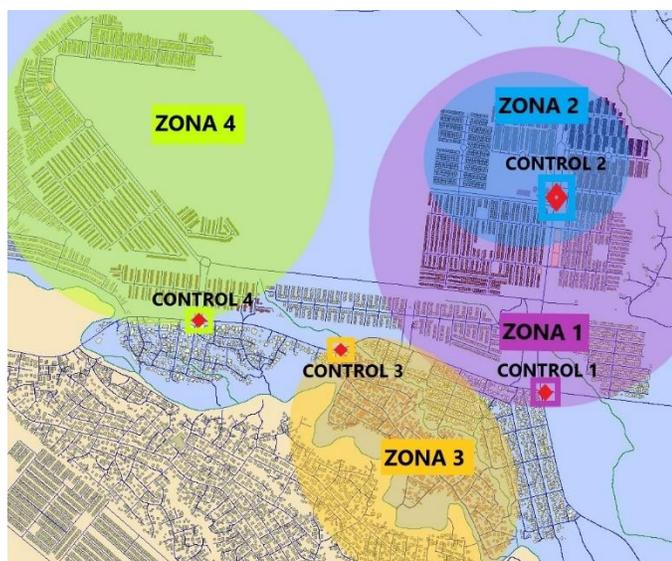


Fig. 3: Contabilización de casas por zona de estudio usando SIG

Procesando la data contenida en los SIG, se pudo obtener la cantidad de viviendas por cada desarrollo residencial o barriadas, dentro de cada una de las zonas de análisis. En la Tabla I se muestran los datos obtenidos a través de este procedimiento.

TABLA I  
CANTIDAD DE VIVIENDAS POR BARRIADAS QUE COMPOEN LAS ZONAS DE ANÁLISIS

Zonas	Barriada	Cantidad de viviendas
Zona 1	Santa Isabel - I	843
	Santa Isabel - II	393
Zona 2	Mirador del Bosque	578
	Brisas del Mirador Deluxe	248
	Brisas del Mirador - I	510
	Brisas del Mirador - II	340

	Brisas de Mirador - III	562
Zona 3	Asentamientos informales Camino Real Arnulfo Arias Madrid	483
Zona 4	Trébol 1	374
	Santa Rita	1105
	Altos de Santa Rita	1014

Una vez obtenida esta información se puede hacer el cálculo de habitantes dentro de cada zona de análisis. Mediante datos de la Contraloría General de la República, basado en el último censo del año 2010 que muestra un promedio de habitantes por corregimientos y lugares poblados [7], se puede hacer una estimación de la totalidad de habitantes para las zonas analizadas. Los resultados obtenidos en esta fase se muestran en la Tabla II.

TABLA II  
CANTIDAD DE VIVIENDAS POR ZONA DE ANÁLISIS

Zonas	Promedio de habitantes por vivienda <sup>a</sup>	Cantidad de personas	
Zona 1	3.4	2866.2	4202.4
		1336.2	
Zona 2	3.4	1965.2	7609.2
		843.2	
		1734	
		1156	
		1910.8	
Zona 3	3.9	1883.7	1883.7
Zona 4	3.7	1383.8	9224.1
		4088.5	
		3751.8	

<sup>a</sup>Para las barriadas dentro de las zonas de análisis

Estos datos de cantidad de viviendas y de habitantes constituyen información preliminar de la zona que será utilizada para determinar barriadas con características de población similares, con la finalidad de simplificar el análisis de tráfico y establecer una comparativa entre el aporte vehicular generado.

Se escogieron las barriadas de Brisas del Mirador III y Mirador del Bosque por la similitud entre ellas. Su información socioeconómica se presenta en la Tabla III:

TABLA III  
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS BARRIADAS COMPARADAS<sup>b</sup>

	Área construida (m <sup>2</sup> )	Características de la vivienda	Precio de vivienda (USD)
Brisas del Mirador III	61	2 recámaras, 1 baño	57,500.00
Mirador del Bosque	75.9	3 recámaras, 1 baño	91,592.68

<sup>b</sup>Información brindada por la promotora

El precio de las viviendas permitió inferir el salario aproximado del hogar mensualmente, utilizando una ecuación de interés compuesto con anualidad constante [9], tomando como premisa las leyes Estatales que permiten comprometer hasta un 35% del

salario  $S$  del trabajador en concepto de vivienda [10]; y un interés hipotecario  $i$  ponderado de 5.50% [11]. La ecuación (1) se utilizó para calcular el salario aproximado por vivienda, considerando que el precio final a pagar  $P_F$  culminado el período de tiempo  $t$  por la vivienda, será cero, obteniendo la ecuación (2).

$$P_F = P_0(1+i)^t \pm A \left( \frac{(1+i)^t - 1}{i} \right) \quad (1)$$

$$P_0 = A \left( \frac{(1+i)^t - 1}{i(1+i)^t} \right) \quad (2)$$

La anualidad  $A$  se expresa en función del salario del hogar como se muestra en (3). Reemplazándola en (2) y despejando para  $S$  se obtiene (4).

$$A = 12 \times 0.35S \quad (3)$$

$$S = \frac{i}{4.2} \times \frac{P_0(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (4)$$

Así, se obtiene que el salario mensual de los hogares en Brisas del Mirador III se aproxima a los USD 941.98 y para los hogares en Mirador del Bosque es alrededor de USD 1500.49.

Estos datos permitirán establecer una relación entre los viajes aportados y el ingreso económico por hogares tomando como premisa que a mayor ingresos mayor tenencia de automóviles y mayor generación de viajes [12].

### B. Revisión de datos censales referentes a la tenencia de autos

La relación entre la tenencia de autos y cantidad de viviendas la establecen datos censales por corregimiento, tomando como base el año 2010, cuyos datos se expresan en la Tabla IV [8].

TABLA IV  
RELACIÓN ENTRE CANTIDAD DE AUTOMÓVILES Y VIVIENDAS OCUPADAS

Corregimientos	Viviendas ocupadas	Automóviles	
		Sí	No
Pacora	12889	3101	9946
San Martín	1242	420	869
24 de Diciembre	17361	4875	12834

La tabla presenta los resultados para aquellas personas encuestadas y que respondieron que sí tenían un automóvil en el hogar, frente a las que no. Se puede establecer entonces una relación entre la cantidad de automóviles por cantidad de viviendas ocupadas en el corregimiento de Pacora:

$$3101 \text{ autos} / 12889 \text{ viviendas ocupadas} = 0.2406 \text{ autos/viviendas}$$

Este factor se puede aplicar a una escala más específica para inferir la cantidad de automóviles teniendo la cantidad de viviendas.

### C. Visitas de campo y aforo vehicular manual

Una vez establecidos los puntos de aforo, denominados en adelante como “puntos de control”, se hizo precisa la visita a campo para verificar que, en efecto, se cumpliera con todos los criterios dispuestos. A su vez, esto permitía evaluar las condiciones de los flujos o movimientos vehiculares en la zona, así como establecer cuál de ellos tenía mayor volumen de automóviles en dependencia de la hora del día; con el objeto de poder asignar la cantidad de movimientos que cada aforador debía contar. Un ejemplo de la cantidad de movimientos para uno de los puntos de control se muestra en la Fig. 2.



Fig. 4: Ejemplo de punto de control 1 sobre la intersección Santa Isabel-Ave. José Agustín Arango

Con esta evaluación se dispuso que el máximo de movimientos asignados a los aforadores no podía exceder de tres, y esta cantidad máxima sería asignada siempre y cuando fueran flujos sencillos de contabilizar. A su vez, durante estas visitas se establecieron las ubicaciones sobre los extremos de la calle desde los que se debía realizar el conteo, de modo que se garantizara la visibilidad y la seguridad de los aforadores.

El aforo se realizó siguiendo el método manual para contabilizar vehículos. Para esto se utilizaron hojas tabuladas por tipo de vehículo y dividida por intervalos de quince minutos durante jornadas de tres horas cada una.

Las jornadas estaban distribuidas como sigue, durante dos días, seleccionados antes y después de los días de pago de salario del mes de noviembre del 2018, como se muestra en la Tabla V.

TABLA V  
DISTRIBUCIÓN DE LAS JORNADAS DURANTE DOS DÍAS DE  
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

	Jornada 1	Jornada 2	Jornada 3
Día 1	5:00 a.m-8:00 a.m	11:00 a.m-2:00 p.m	4:00 p.m-7:00 p.m
Día 2	5:00 a.m-8:00 a.m	11:00 a.m-2:00 p.m	4:00 p.m-7:00 p.m

#### D. Uso de vehículo no tripulado

Paralelo a la realización de los aforos manuales, se tomaron imágenes aéreas que permitieran reflejar las condiciones de las vías en tiempo real, como forma de evidencia de respaldo de los resultados. Para ello se utilizó un vehículo no tripulado (dron) cuyas especificaciones se listan en la Tabla VI.

TABLA VI  
ESPECIFICACIONES DE VEHÍCULO NO TRIPULADO [8]

Phantom 3 Professional 4k	
Peso	1,28 kg
Máxima velocidad	57.6 km/hr
Máximo tiempo de vuelo	Aproximadamente 5 minutos
Cantidad de baterías	1
Especificaciones de la cámara	
Cámara	Sony Resolución 4k
Resolución de imagen	4000x3000
Videos	4096x2160p
	3840x2160
	1920x1080
	1280x720
Rango ISO	100-1600

Los vuelos fueron realizados durante la Jornada 2 del segundo día de aforo. En la Fig. 5 se muestran las condiciones de tráfico para la intersección perteneciente al punto de control 1.



Fig. 5: Condición de flujo vehicular en el punto de control 1.

#### E. Análisis de los datos

Para el procesamiento de los datos se digitalizó la información recopilada de forma manual, transfiriendo los

datos hacia una hoja electrónica. Los datos se procesaron en dependencia del análisis requerido.

Para la obtención de las horas con mayor demanda para cada punto de control, se hizo un procesamiento preliminar siguiendo el procedimiento mostrado en la Tabla VII, sintetizando la información obtenida en campo de cantidad de vehículos por intervalos de quince minutos, en intervalos horarios por día de aforo.

TABLA VII  
DISPOSICIÓN DE LOS DATOS PARA ANÁLISIS DE VOLUMEN POR JORNADA  
POR DÍA

Control N - Día 1				
	Movimiento n	Movimiento n+1	Movimiento n+i	Total
Intervalo m	Volumen por intervalo m	Volumen por intervalo m	Volumen por intervalo m	$\Sigma$ =Volumen por control por intervalo m
Intervalo m+1	Volumen por intervalo m+1	Volumen por intervalo m+1	Volumen por intervalo m+1	$\Sigma$ =Volumen por control por intervalo m+1
Intervalo m+i	Volumen por intervalo m+i	Volumen por intervalo m+i	Volumen por intervalo m+i	$\Sigma$ =Volumen por control por intervalo m+i

Esta distribución de los datos también permite obtener la cantidad de vehículos que aporta cada una de las zonas estudiadas, mediante el análisis del movimiento particular que corresponda a la entrada o salida de vehículos.

La distribución modal constituye otro dato de interés para conocer los tipos de vehículos más utilizados. Para lograrlo, el análisis se realizó haciendo una sumatoria por tipo de vehículo para cada control, por jornada, obteniendo al final la distribución modal por día. Este ejercicio es otra forma de obtener los viajes aportados y se utilizará en este caso para simplificar el análisis, presentando una comparación entre dos desarrollos residenciales ubicados dentro de la Zona 2 cuyas características son representativas para las viviendas del resto de la zona de estudio.

### III. RESULTADOS

La información levantada en campo a través de los aforos vehiculares fue procesada siguiendo las metodologías correspondientes y en conjunto con la información bibliográfica recopilada se presentan los siguientes resultados.

#### A. Obtención de las horas con mayor demanda vehicular

En la Tabla VIII se muestran las horas con mayor volumen vehicular para la av. José Agustín Arango en los cuatro puntos de control.

TABLA VIII  
HORAS DE MAYOR DEMANDA POR JORNADA PARA LOS CUATRO PUNTOS DE AFORO

Hora pico para el Control 2		
Jornada	Veh/jornada	Hora
Jornada 1	903	6:15 a.m - 7:15 a.m
Jornada 2	966	11:45 a.m - 12:45 p.m
Jornada 3	701	5:15 p.m - 6:15 p.m

Hora pico para el Control 1		
Jornada	Veh/jornada	Hora
Jornada 1	1,465	6:45 a.m - 7:45 a.m
Jornada 2	1,380	11:45 a.m - 12:45 p.m
Jornada 3	1,351	5:00 p.m - 6:00 p.m

Hora pico para el Control 3		
Jornada	Veh/jornada	Hora
Jornada 1	1,259	7:00 a.m - 8:00 a.m
Jornada 2	915	12:00 p.m - 1:00 p.m
Jornada 3	1,231	5:15 p.m - 6:15 p.m

Hora pico para el Control 4		
Jornada	Vol/jornada	Hora
Jornada 1	1,722	6:45 a.m - 7:45 a.m
Jornada 2	1,590	11:15 a.m - 12:15 p.m
Jornada 3	1,676	4:45 p.m - 5:45 p.m

La tabla 5 está organizada en el orden en que se recorrerían las zonas, empezando el viaje desde el control 2 como punto más extremo y terminando en el control 4 (ver Fig. 2 para referencia), de modo que puede apreciarse que las horas picos se van desplazando a medida que el usuario avanza hacia el centro de la ciudad por las mañanas (Jornada 1). La excepción se ubica en el control 4, debido a la influencia de las urbanizaciones adyacentes que generan mayor volumen vehicular y contribuyen al desfase en la hora pico, que se establece más temprana que el resto.

Un comportamiento similar ocurre para las jornadas del mediodía (Jornada 2) y de la tarde (Jornada 3) donde la interacción de los factores señalados anteriormente, vuelven a determinar las horas picos que se obtuvieron en los resultados.

#### B. Viajes aportados: análisis comparativo entre desarrollos residenciales de la Zona 2

Utilizando los resultados obtenidos en el punto de control 2 (Fig.6), se puede obtener los viajes generados por cada uno de los desarrollos escogidos. Para ello se analizaron los flujos vehiculares, denominados “movimientos”, que entran y salen de las barriadas comparadas.

Para Brisas del Mirador III, los flujos 3 y 5 constituían los viajes de entrada a la barriada, mientras que los flujos 6 y 7 componían los de salida. De igual manera, para Mirador del Bosque, el flujo 8 constituía la entrada y el flujo 9, la salida.



Fig. 6: Punto de control 2 y los movimientos vehiculares que lo atraviesan

Los viajes aportados por ambas barriadas y clasificados según intervalos horarios se muestran en la Tabla IX divididos por jornada por día.

TABLA IX:  
COMPARACIÓN DE VIAJES REALIZADOS PARA BARRIADAS ANALIZADAS

Volúmenes en Periodos de 15 minutos				
Ubicación:		Rotonda Plaza Mirador		
Fecha:		11/14/2018		
Control No.:		2		
Intervalos Horarios	Brisas del Mirador III		Mirador del Bosque	
	Movimientos			
	Entran		Entran	
	3	5	Σ	8
05:00 a.m - 06:00 a.m	10	3	13	8
06:00 a.m - 07:00 a.m	129	25	154	44
07:00 a.m - 08:00 a.m	72	23	95	30
<b>TOTAL JORNADA 1</b>			<b>262</b>	<b>82</b>
11:00 a.m - 12:00 p.m	93	20	113	34
12:00 p.m - 01:00 p.m	119	36	155	55
01:00 p.m - 02:00 p.m	28	21	49	39
<b>TOTAL JORNADA 2</b>			<b>317</b>	<b>128</b>
04:00 p.m - 05:00 p.m	31	17	48	32
05:00 p.m - 06:00 p.m	76	38	114	59
06:00 p.m - 07:00 p.m	69	32	101	69
<b>TOTAL JORNADA 3</b>			<b>263</b>	<b>160</b>

Volúmenes en Periodos de 15 minutos				
Ubicación:		Rotonda Plaza Mirador		
Fecha:		11/14/2018		
Control No.:		2		
Intervalos Horarios	Brisas del Mirador III		Mirador del Bosque	
	Movimientos			
	Salen		Salen	
	6	7	Σ	9
05:00 a.m - 06:00 a.m	1	18	19	32
06:00 a.m - 07:00 a.m	19	118	137	83
07:00 a.m - 08:00 a.m	10	100	110	47
TOTAL JORNADA 1			<b>266</b>	<b>162</b>
11:00 a.m - 12:00 p.m	20	83	103	30
12:00 p.m - 01:00 p.m	28	161	189	37
01:00 p.m - 02:00 p.m	9	61	70	37
TOTAL JORNADA 2			<b>362</b>	<b>104</b>
04:00 p.m - 05:00 p.m	2	33	35	21
05:00 p.m - 06:00 p.m	13	54	67	48
06:00 p.m - 07:00 p.m	3	55	58	45
TOTAL JORNADA 3			<b>160</b>	<b>114</b>

Los datos resultan incongruentes respecto a la premisa establecida, pues para la barrida con hogares de menor ingreso se presentan la mayoría de los viajes realizados en cada una de las jornadas. Esto se explica con el hecho de que, a la salida de la barrida Brisas del Mirador III existe un centro educativo con una matrícula de 2,043 estudiantes distribuidos en dos jornadas académicas que van de 07:00 a.m a 12:00 p.m y de 12:30 p.m a 5:30 p.m. Los centros de educación atraen una gran cantidad de viajes por lo que se sustentan los resultados obtenidos.

Por otro lado, cabe resaltar que según los datos censales se reafirma la premisa establecida de mayor cantidad de viajes correspondientes a hogares con mayor ingreso. Estos datos se obtienen utilizando el factor de tenencia vehicular para el corregimiento de Pacora, consiguiendo los siguientes resultados expresados en la Tabla X:

TABLA X  
CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR BARRIADA UTILIZANDO DATOS  
CENSALES

Barriada	Cantidad de vehículos
Brisas del Mirador III	135.2
Mirador del Bosque	139.06

Asimismo, el análisis de la distribución de modos de transporte por intervalos horarios permite hacer una revisión más detallada de los viajes generados en la zona. Mediante un análisis general de los resultados obtenidos para el punto de control 2, se determinó que los vehículos particulares constituyen el segundo modo de desplazamiento, después de los taxis. Sin embargo, los taxis no pertenecen en su totalidad a las barridas analizadas. Por esta razón, se tomará el vehículo particular como ejemplo para la demostración del supuesto, cuyos resultados se muestran en la Tabla XI.

TABLA XI  
VIAJES APORTADOS POR BARRIADAS COMPARADAS – MODALIDAD:  
VEHÍCULO PARTICULAR

Ubicación:	Rotonda Plaza Mirador			
Fecha:	11/14/2018			
Control No.:	2			
Hora	Vehículos Particulares			
	Brisas del Mirador III		Mirador del Bosque	
	Entran	Salen	Entran	Salen
	Σ3+5	Σ6+7	8	9
05:00 a.m - 06:00 a.m	6	11	3	23
06:00 a.m - 07:00 a.m	70	69	15	48
07:00 a.m - 08:00 a.m	42	50	13	23
TOTAL JORNADA 1	<b>118</b>	<b>130</b>	<b>31</b>	<b>94</b>
11:00 a.m - 12:00 p.m	31	27	13	13
12:00 p.m - 01:00 p.m	75	85	29	15
01:00 p.m - 02:00 p.m	11	17	11	17
TOTAL JORNADA 2	<b>117</b>	<b>129</b>	<b>53</b>	<b>45</b>
04:00 p.m - 05:00 p.m	15	13	20	6
05:00 p.m - 06:00 p.m	46	28	42	24
06:00 p.m - 07:00 p.m	44	22	44	21
TOTAL JORNADA 3	<b>105</b>	<b>63</b>	<b>106</b>	<b>51</b>
VOLUMEN DIARIO	<b>340</b>	<b>322</b>	<b>190</b>	<b>190</b>

La disposición de horarios laborables en Panamá establece las horas de la mañana y mediodía (Jornada 1 y Jornada 2) como flujos principalmente de salida hacia los trabajos y en la tarde como flujos de regreso hacia los hogares. Considerando este hecho, se analizan específicamente los flujos de salida en la Jornada 1 y 2 y los flujos de entrada en la Jornada 3, para evaluar de forma más objetiva el comportamiento de los viajes. Esto puesto que el centro educativo es un punto que atrae viajes, que correspondería con los viajes de entrada durante la jornada 1 y 2, por lo que se descartan estos flujos.

Así, en la Jornada 1 existe un mayor flujo de salida desde la barrida Brisas del Mirador III especialmente entre las 06:00 a.m y 07:00 a.m previo a la hora de entrada a clases. Este comportamiento se extiende hasta las 08:00 a.m. No obstante, durante la Jornada 2 el flujo es mayor solo entre las 12:00 p.m y 1:00 p.m que coincide con el horario de salida y entrada correspondiente a las jornadas matutinas y vespertinas del colegio. En el intervalo de 01:00 p.m a 2:00 p.m, se observa que los viajes aportados por ambas barridas son similares.

Durante la Jornada 3, se observa que los movimientos de entrada a las barridas son parecidos entre ambas, presentándose incluso una mayor cantidad de vehículos entrantes a Mirador del Bosque, constatando la premisa establecida. Este análisis se plantea para los otros modos de transporte captados durante el aforo y se obtienen resultados similares.

Dado que estas barridas son representativas del resto de las residencias en el área de estudio, se puede extender este comportamiento hacia otras zonas.

Finalmente, tomando en consideración esta cantidad de viajes generados con su influencia en las horas punta, se hace una inferencia de las condiciones actuales mediante datos establecidos por estudios previos referentes a la movilidad urbana en el área metropolitana de Panamá [11], la cual se dividió por macrozonas. En este se determinó que la mayoría de los viajes que se generan en la macrozona de Pacora tienen como destino la macrozona de Tocumen. La distancia entre estos puntos oscila entre los 15 a 20 kilómetros, dependiendo del lugar de destino; y el tiempo de recorrido sin condiciones de tráfico a 40 km/h puede alcanzar hasta 30 minutos. El escenario común en Panamá establece un horario de entrada laboral a las 8:00 a.m. Sin embargo, los datos obtenidos en este estudio colocan la hora punta desde las 06:15 a.m, lo cual deja un tiempo de viaje de aproximadamente 105 minutos, lo que pone de manifiesto los impactos que el desarrollo disperso y sin coordinación, ha generado sobre la zona.

### CONCLUSIONES

Los análisis demuestran que en la zona hay una mayor prominencia de transporte selectivo (taxis) seguido del transporte particular, constatando el hecho de que hay una falta de transporte público y por ende una mayor dependencia del transporte privado. Esta situación desemboca en mayores volúmenes de vehículos que son aportados a la av. José Agustín Arango, cuyas condiciones son de dos carriles para cada sentido, con ausencia de hombros y de aceras.

Además, los resultados presentados, en conjunto con el análisis descrito por estudios previos, permiten determinar tiempos de viaje alrededor de 7 minutos por kilómetro recorrido. De esta forma, los viajes hacia el centro de la ciudad, que se constituye como el segundo destino con mayores viajes recibidos desde el área de estudio, tendrían un tiempo de viaje alrededor de 222 minutos bajo las condiciones de alta congestión vehicular. Con esto se demuestra la influencia del crecimiento urbano disperso sobre la infraestructura del transporte.

Por otra parte, se determinó que el desarrollo de puntos de atracción de viajes, como centros educativos, de actividad económica y de esparcimiento; fomentan el movimiento dentro de una misma zona, liberando en gran medida la alta demanda dispuesta sobre los sistemas viales. Adicional a esto, la cercanía que supone el origen y el destino de estos viajes fomentaría la movilidad peatonal, desincentivando el uso de vehículos motorizados que agreguen más carga sobre la red.

En resumen, son numerosos los impactos en los que el urban sprawl ha influido en relación con la vialidad. La falta de normativas que regularicen el crecimiento y lo encaucen mediante una gestión acorde a las condiciones presentadas, supondrá mayores complicaciones a la situación actual. En este sentido, se espera que este estudio funcione como una

herramienta para mejores propuestas en torno a un óptimo desarrollo de la movilidad.

Finalmente, se recomienda hacer una inversión orientada a la rehabilitación y expansión de las estructuras viales existentes, priorizando la inclusión del transporte público normalizado mediante la asignación de carriles especiales; fomentando a la vez el desplazamiento transversal entre comunidades, con la finalidad de procurar establecer mejores condiciones para el desplazamiento diario que repercutan en mejores condiciones de vida para sus habitantes.

### REFERENCIAS

- [1] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; Fondo de Población de las Naciones Unidas; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia; Programa Mundial de Alimentos, «Crecimiento demográfico y rápida urbanización: aumento de la inseguridad alimentaria en contextos urbanos,» Nueva York, 2009.
- [2] G. Martine, D. Deligiorgis, C. Fuersich, L. León y A. Odelius, «Estado de la población mundial 2007. Liberar el potencial del crecimiento urbano,» UNFPA , Nueva York, Estados Unidos de América, 2007.
- [3] I. Muñiz, M. Á. García y D. Calatayud, *Sprawl. Definición, causas y efectos*, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 2006.
- [4] N. Chin, «Unearthing the Roots of Urban Sprawl: A Critical Analysis of Form, Function and Methodology,» *Working Paper Series*, p. 25, 2002.
- [5] M. L. Peralta, «Sistema de Gestión Científico Tecnológico para la Mitigación de Problemas Asociados al Crecimiento Urbano Descontrolado: "Urban Sprawl",» de *Anexo I. Del Contrato por Mérito No.2016-4-IDDS15-021*, Panamá, 2015.
- [6] Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo. Banco Mundial, «La Movilidad Urbana en el Área Metropolitana de Panamá. Elementos para una política integral,» Banco Mundial , Panamá, 2007.
- [7] Contraloría General de la República Instituto Nacional de Estadística y Censo, «Principales Indicadores Sociodemográficos y Económicos de la Población de la República, por provincia, distrito, corregimiento y lugar poblado: Censo 2010,» INEC PANAMÁ, Panamá, 2010.
- [8] A. A. Ábrego R. y L. R. Ríos M., *Sistema de Gestión Científico-Tecnológico para la Mitigación de Problemas Asociados al Crecimiento Urbano Descontrolado sobre los Sistemas de Transporte y Uso de Suelos.*, Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá, 2018.
- [9] L. Blank y A. Tarquin, *Ingeniería Económica*, México: McGraw-Hill, 2006.
- [10] Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral, *IV. Derecho y Obligaciones de los Trabajadores Empleadores*, Panamá: Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral, 1971.
- [11] Superintendencia de Bancos de Panamá, *Tasa de Referencia del Mercado Local Hipotecario*, Panamá: Superintendencia de Bancos de Panamá, 2019.
- [12] Banco Interamericano de Desarrollo y Metro de Panamá, «Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable para el Área Metropolitana de Panamá. Entregable 7. Informe Final. Capítulo 3: Diagnóstico,» Banco Interamericano de Desarrollo, Panamá, 2015.