

## ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN DIFERENTES INTERSECCIONES EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO, ECUADOR

### ANALYSIS OF VEHICLE CONGESTION AT DIFFERENT INTERSECTIONS IN THE CITY OF PORTOVIEJO, ECUADOR

Katherine Abata<sup>1</sup>; Freddy Arteaga<sup>1</sup>; Daniel Delgado<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup>Departamento de Construcciones Civiles. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida José María Urbina, EC130105, Portoviejo, Manabí, Ecuador

<sup>2</sup>Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Manabí, Portoviejo, Ecuador

 0000-0001-5251-8037

[kabata0666@utm.edu.ec](mailto:kabata0666@utm.edu.ec), [freddy\\_arteaga1991@hotmail.com](mailto:freddy_arteaga1991@hotmail.com), [daniel.delgado@utm.edu.ec](mailto:daniel.delgado@utm.edu.ec)

Recibido: 26/01/2022 Aceptado: 26/04/2022

#### RESUMEN

Los problemas de congestión vehicular son cada vez más comunes a nivel mundial, especialmente en países latinoamericanos. El objetivo del presente trabajo fue analizar la congestión vehicular en diferentes intersecciones en la ciudad de Portoviejo, Manabí-Ecuador, para determinar estrategias que permitan mitigar los efectos negativos del tránsito actual, enfocadas en la obtención de una movilidad urbana sostenible. Dentro de la metodología se identificaron 3 intersecciones semaforizadas dentro de la ciudad, las cuales fueron escogidas en base a su importancia y ubicación, para posteriormente realizar aforos manuales aplicados en 5 días de la semana donde ningún evento extraordinario haya afectado la calidad de los datos. Con la información obtenida se identificó el reparto modal del transporte y se determinó el componente de vehículos privados presentes en la clase “livianos”. El análisis de información permitió identificar al vehículo liviano como el principal elemento de congestión dentro del tránsito vehicular, con una representación promedio del 64.83%, seguido del bajo porcentaje de utilización de medios de movilización más sustentables, como las bicicletas (6.40%) y buses (0.47%).

#### PALABRAS CLAVE:

*Congestión vehicular, composición del tráfico, intersecciones, movilidad sostenible*

#### ABSTRACT

Traffic congestion problems are becoming more common worldwide, especially in Latin American countries. The objective of this work was to analyze vehicular congestion at different intersections in the city of Portoviejo, Manabí-Ecuador, to determine strategies to mitigate the negative effects of current traffic, focused on obtaining sustainable urban mobility. Within the methodology, 3 signalized intersections were identified, which were chosen based on their importance and location, to later carry out manual counts applied on 5 days of the week where no extraordinary event has affected the quality of the data. With the information obtained, the modal distribution of transport was identified, and the component of private vehicles present in the "light" class was determined. The information analysis allowed to identify the light vehicle as the main element of congestion within vehicular traffic, with an average representation of 64.83%, followed by the low percentage of use of more sustainable means of mobilization, such as bicycles (6.40%) and buses (0.47%).

#### KEYWORDS:

*Vehicular congestion, traffic composition, intersections, sustainable mobility.*

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el crecimiento del parque automotor se ha mantenido en constante aumento, generando problemas de congestión en la movilidad urbana que cada día se torna más problemática (Delgado et al., 2021).

Este crecimiento vehicular ha generado necesidades equívocas en las autoridades seccionales, como el enfoque en la ampliación de los espacios viales, ocasionando que los inconvenientes de congestión se mantengan en aumento (Chiluisa et al., 2020).

La adición de la distribución descontrolada de la expansión poblacional, especialmente en nuestra región, ha incentivado aún más la utilización de vehículos privados como medio de desplazamiento predilecto, debido a las grandes distancias territoriales que se debe circular para transportarse de un punto de interés a otro dentro de las ciudades (Delgado et al., 2020).

Estos acontecimientos permiten determinar que el futuro de América Latina giraría en torno al factor urbano, por lo que se debe orientar a la movilidad de las ciudades en la implementación de sistemas de transportes públicos más sustentables y sostenibles (CAF, 2013).

Para poder elaborar o modificar sistemas de transporte que tiendan a la consecución de una movilidad urbana adecuada, en la que se priorice una distribución basada en la jerarquía de los movimientos más sustentables (en orden de importancia: a pie, bicicleta, transporte público, transporte de carga, vehículos privados), es necesario caracterizar la problemática actual mediante un análisis detallado de la composición del tránsito (Hernández et al., 2020).

El estudio de intersecciones, especialmente las de mayor importancia dentro de una ciudad, permite obtener información relevante para la identificación de sus principales conflictos, generando un análisis global de la problemática de movilización (Vera et al., 2021). Esto se debe a que, dentro de estas

inmediaciones, se generan interacciones permanentes entre vehículos motorizados, no motorizados y peatones, constituyéndose generalmente como puntos problemáticos en la generación de accidentes y reducción del confort en sus usuarios (HCM, 2000).

La ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, es considerada un centro urbano muy importante dentro del país, debido a la gran actividad comercial y burocrática que genera (Cedeño et al., 2020; López et al., 2020), además de los casi 300.000 habitantes que lo conforman (INEC, 2010).

Debido a que en Portoviejo se han implementado diversos estudios de tránsito pero que únicamente han sido aplicados a una intersección o sector específico de la ciudad, es importante analizar varias intersecciones que se sitúen en varios puntos relevantes de la urbe, para generar información que permita la toma correcta de decisiones por parte de las autoridades competentes en la gestión del tránsito y movilidad de la ciudad.

Basados en estos inconvenientes, el objetivo del presente trabajo será analizar el congestionamiento vehicular en 3 intersecciones importantes de la ciudad de Portoviejo, Manabí-Ecuador, distribuidas en puntos preferenciales que permitan una visión global de la problemática de la ciudad, mediante la aplicación de aforos manuales durante 5 días de la semana, para determinar el reparto modal existente entre los diversos medios de transporte, tanto motorizados y no motorizados, e identificar los principales componentes negativos que se presenten, para proponer medidas o estrategias que permitan obtener una movilidad urbana adecuada.

## II. METODOLOGÍA

Para la recolección de información se identificaron 3 intersecciones dentro de la zona urbana de Portoviejo que fueron escogidas en base a la importancia vehicular que representan (Casanova & Delgado, 2015; López et al., 2020; Ruiz et al., 2020, Vera et

al., 2021) y sus ubicaciones se detallan a continuación (Tabla 1):

**Tabla 1.** Distribución de intersecciones bajo estudio en la ciudad de Portoviejo

Aforo N°	Localización	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
1	Miguel H. Alcívar y Avenida del Ejército	1° 3'45.06"S	80°27'24.28" O
2	Avenida Reales Tamarindos y P. E. Macías	1° 3'0.90"S	80°27'30.90" O
3	Avenida Manabí y Tennis Club	1° 3'0.99"S	80°27'46.30" O

Se realizaron aforos vehiculares manuales en cada intersección identificada en la Tabla 1 y se distribuyeron los conteos en 5 días de la semana (de lunes a viernes), escogiendo fechas que no presenten ningún acontecimiento extraordinario que pueda alterar la información obtenida para el adecuado desarrollo de la investigación, en horarios comprendidos entre las 07h00 y

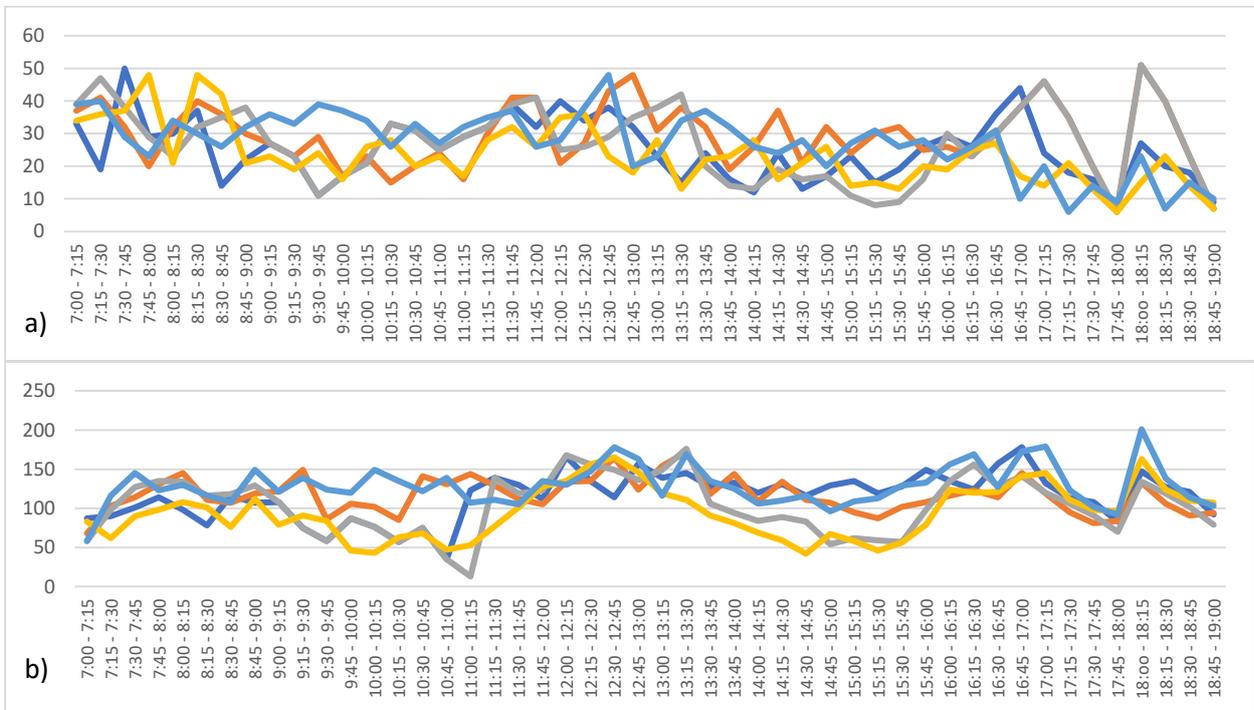
19h00, separando resultados por intervalos de 15 minutos y clasificando el reparto modal por los distintos tipos de transporte presentes (bicicletas, motocicletas, buses y camiones). También se determinó el porcentaje de vehículos motorizados livianos que forman parte del grupo “privados”, en la que se incluyen camionetas y automóviles, sin considerar a motocicletas y vehículos de transporte público como taxis y similares que estén debidamente identificados.

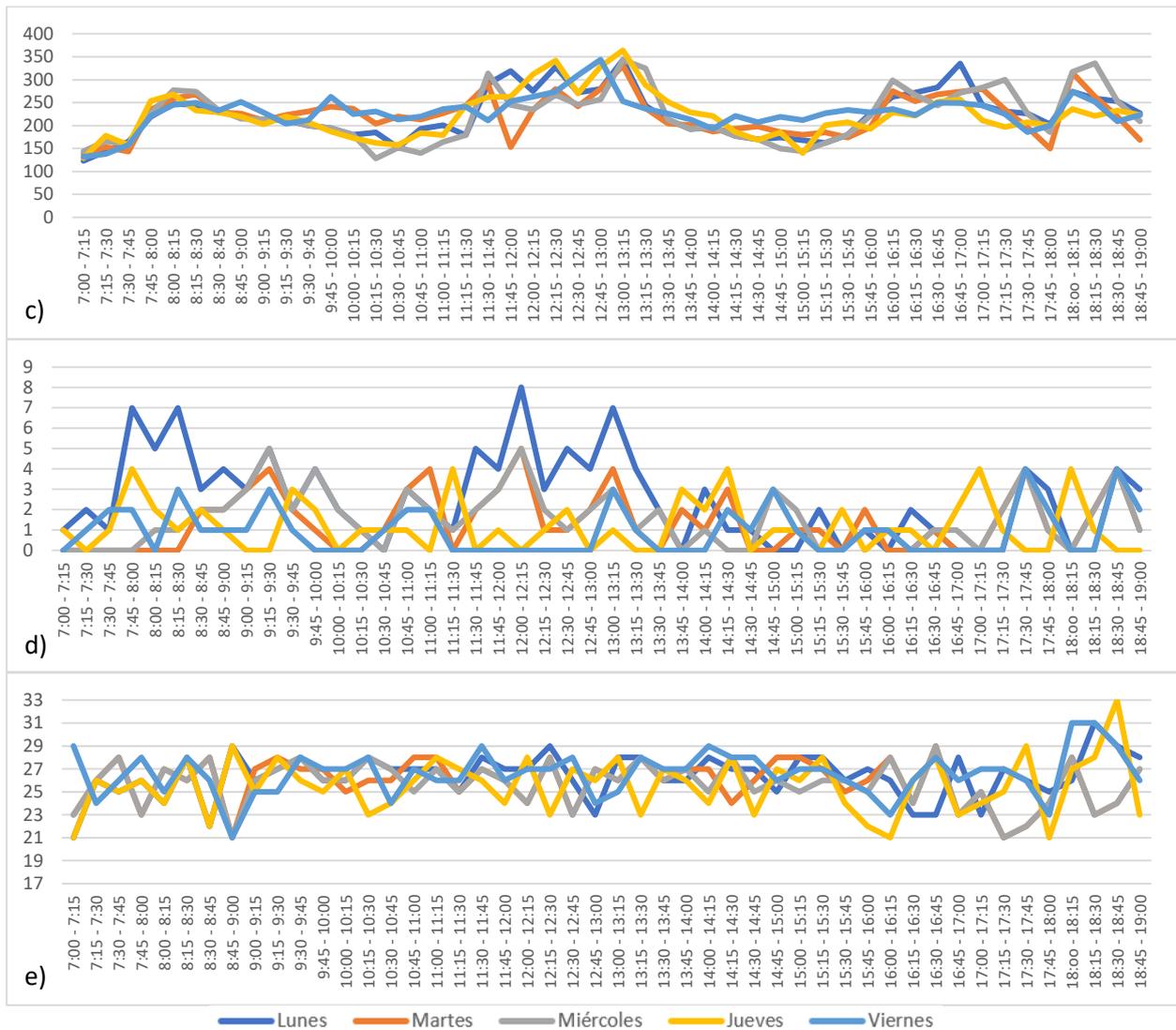
Los resultados obtenidos fueron tabulados mediante gráficos estadísticos para facilitar la comprensión de la problemática actual. Mediante el análisis de los resultados se identificaron los principales aspectos negativos que afectan la movilidad urbana de la zona de estudio y se proponen soluciones y alternativas que pueden ser aplicadas a nivel de la ciudad.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la aplicación de los aforos manuales se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Miguel H. Alcívar y Avenida del Ejército:





**Figura 1.** Distribución de los medios de transporte en la intersección entre Miguel H. Alcívar y Avenida del Ejército, clasificados en a) bicicletas, b) motos, c) livianos, d) buses y e) pesados. El eje y representa la frecuencia del tipo de transporte analizado

En la Figura 1 se pueden observar los aforos manuales distribuidos por tipos de movilización en la intersección de estudio 1 (Tabla 1). La distribución de bicicletas (Figura 1a) mostró una repartición más irregular en relación con los demás medios de transporte, y su pico máximo se registró el miércoles entre las 18h00 y 18h15. En cuanto a la distribución semanal, el martes registró la mayor frecuencia de circulación de bicicletas, con un total de 1405 unidades (22.18% del total semanal de este tipo de transporte).

Al analizar la distribución de motocicletas (Figura 1b), se puede observar que el pico máximo se registró el viernes en un horario similar al de las bicicletas, 18h00-18h15, con

201 unidades. La distribución diaria también registró los valores máximos el viernes, con el 23.09% (6204 unidades).

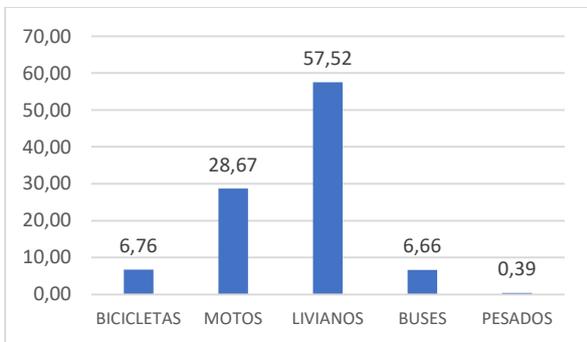
Los vehículos livianos (Figura 1c) son los que presentaron una repartición más regular durante todos los días de estudio dentro de esta intersección, identificando patrones más comunes en su comportamiento distributivo. La frecuencia máxima registrada en este tipo de transporte se produjo el jueves entre las 13h00 y 13h15, con un total de 364 unidades. En general, los valores máximos por día se registraron el viernes, con un total de 11000 vehículos livianos, que representa el 20.4% del total aforado para este tipo de transporte. Estos resultados generales (20.4%)

demuestran también la distribución más uniforme de este tipo de vehículo.

Los vehículos tipo “buses” (Figura 1d) tuvieron una distribución semanal muy regular, pero a diferencia de los livianos, su proporción a lo largo del día (dentro de los intervalos de 15 minutos) fue más irregular. El pico máximo se lo registró el jueves entre las 18h30 y 18h45, con una frecuencia de 33 unidades. El viernes fue el día que registró el mayor número de circulación de buses, con 1277 unidades que representa el 20.45%.

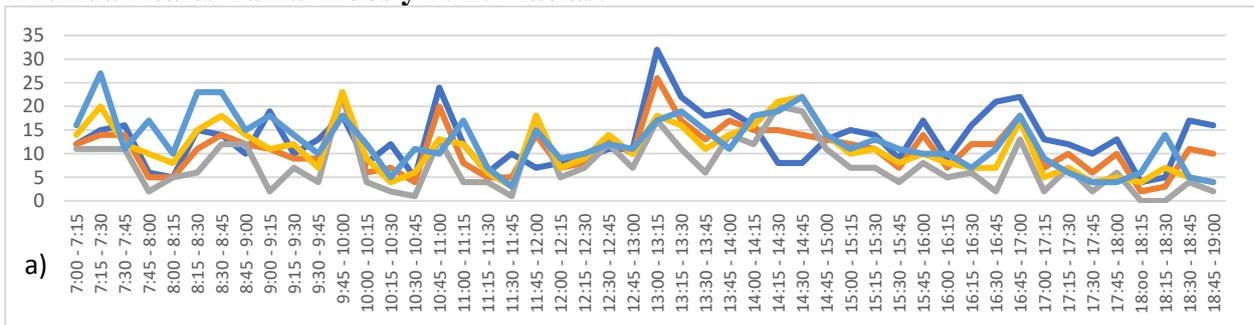
En cuanto a los vehículos pesados (Figura 1e), se puede identificar una frecuencia de circulación muy baja y, por ende, menos representativa, que no supera los 120 vehículos al día (frecuencia diaria máxima registrada el lunes, representa el 33% de su aforo general). El pico máximo se lo registró también el lunes, con una frecuencia tope de 8 unidades, entre las 12h00 y 12h15.

Para conocer el reparto modal, se clasificó a los tipos de vehículos por su representación dentro de la intersección 1 (Figura 2):

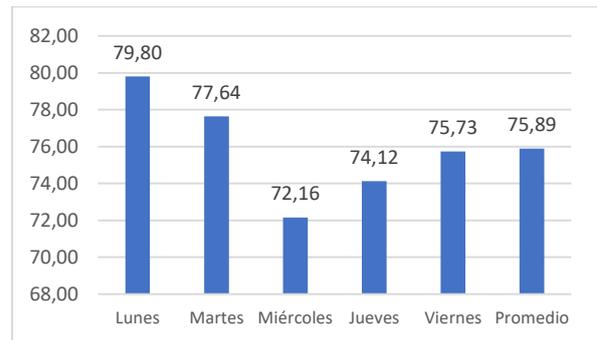


**Figura 2.** Distribución de los medios de transporte en la intersección de estudio No.1. El eje “y” representa el porcentaje.

**Avenida Reales Tamarindos y P. E. Macías:**

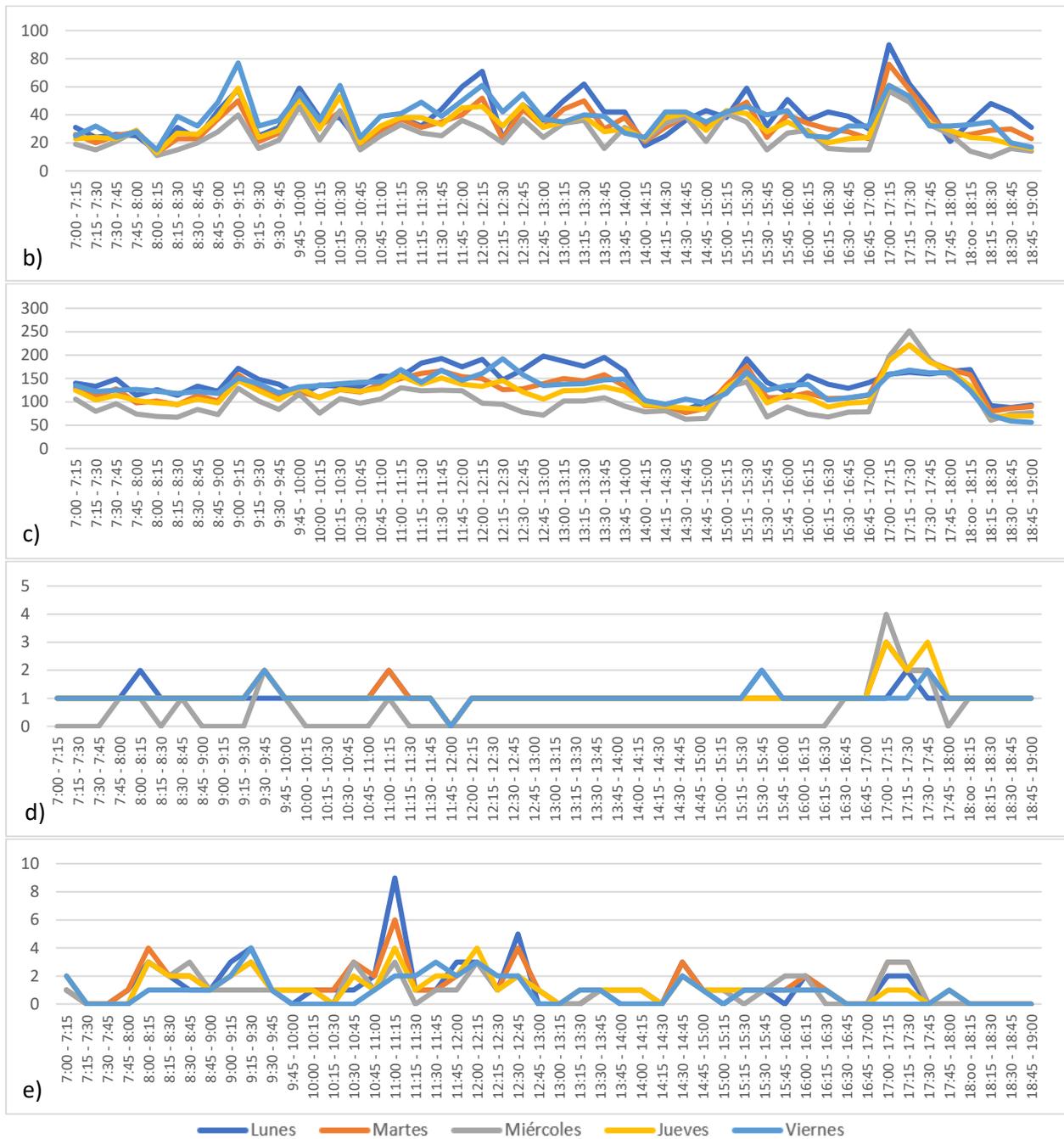


Mediante el análisis de la Figura 2 se puede determinar la representación relevante de los vehículos livianos en la composición del tránsito vehicular de la intersección entre Miguel H. Alcívar y Avenida del Ejército, que alcanzó el 57.52%, muy por encima de los demás medios de movilización. Esto designa a este tipo de transporte como el principal generador de problemas de congestión dentro de la zona de estudio. La Figura 3 muestra la proporción de los vehículos privados dentro de este grupo particular (livianos):



**Figura 3.** Porcentaje de vehículos privados en el tipo de movilización “livianos”. El eje “y” representa el porcentaje

Mediante el análisis de la Figura 3 se puede determinar que los vehículos privados representan en promedio el 75.89% de la composición de los vehículos livianos, y que el lunes es el día con mayor circulación de este tipo de transporte en particular, estimando mayores problemas de congestión en este día en específico, debido a la gran cantidad de espacio por usuario que demanda su utilización.



**Figura 4.** Distribución de los medios de transporte en la intersección entre la Avenida Reales Tamarindos y P. E. Macías, clasificados en a) bicicletas, b) motos, c) livianos, d) buses y e) pesados.

El eje y representa la frecuencia del tipo de transporte analizado

La Figura 4 presenta los aforos realizados en la intersección 2 (Tabla 1). La distribución de bicicletas (Figura 4a) es bastante variable a lo largo del día y se registran sus valores máximos el lunes. A nivel semanal, la mayor circulación de bicicletas representó el 23.59% de la distribución total, mientras que el pico máximo se registró entre las 13h00 y 13h15 con una frecuencia de 32.

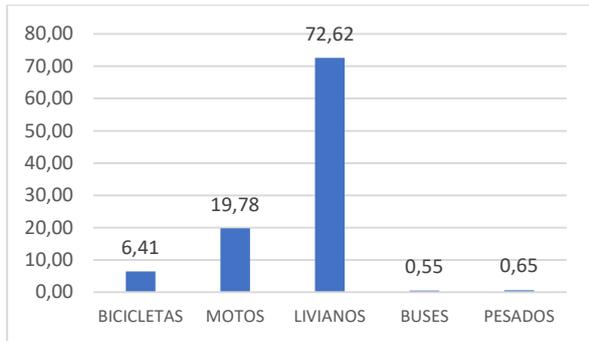
Mediante la Figura 4b, se puede determinar que la distribución de motocicletas a lo largo del período de estudio presenta patrones muy similares. El pico máximo se registró el lunes entre las 17h00 y 17h15, con una frecuencia de 90 y su representación máxima semanal (lunes) alcanzó el 23.05%.

El análisis de vehículos livianos (Figura 4c), determinó que su pico máximo obtuvo una frecuencia de 252 entre las 17h15 y 17h30. La

distribución máxima de vehículos livianos se registró el lunes, con una representación del 22.98% de los resultados semanales.

Tanto los buses como vehículos pesados (Figuras 4d y e, respectivamente), registraron frecuencias muy bajas de circulación, donde los buses alcanzaron una frecuencia máxima de 4, mientras que para los pesados fue 9. A nivel semanal, los buses registraron sus valores máximos el martes y jueves, con una representación del 23.25%, mientras que los pesados lo registraron el martes con el 23.97%.

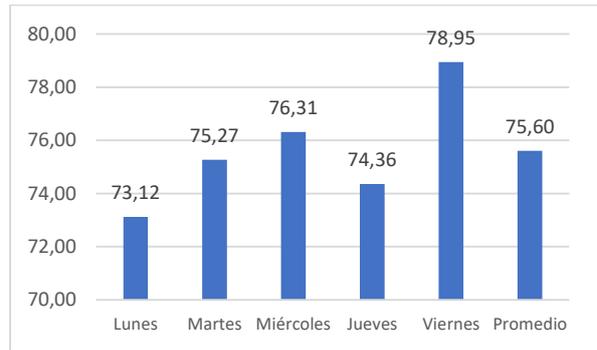
El reparto porcentual de los medios de transporte dentro de la intersección entre la Avenida Reales Tamarindos y P. E. Macías se lo puede observar en la Figura 5:



**Figura 5.** Distribución de los medios de transporte en la intersección de estudio No. 2. El eje “y” representa el porcentaje.

El análisis de la Figura 5 permite determinar que, al igual que en la intersección de estudio No.1, la frecuencia de circulación máxima la obtuvo el vehículo liviano, pero en esta ocasión alcanzó el 72.62% (15.1% más), lo que denota un problema mayor con relación a este tipo de movilización, observando además que los desplazamientos en buses y bicicletas son muy bajos y poco representativos, a pesar de que estos dos tipos de movilización son considerados mucho mejores con relación a los vehículos livianos.

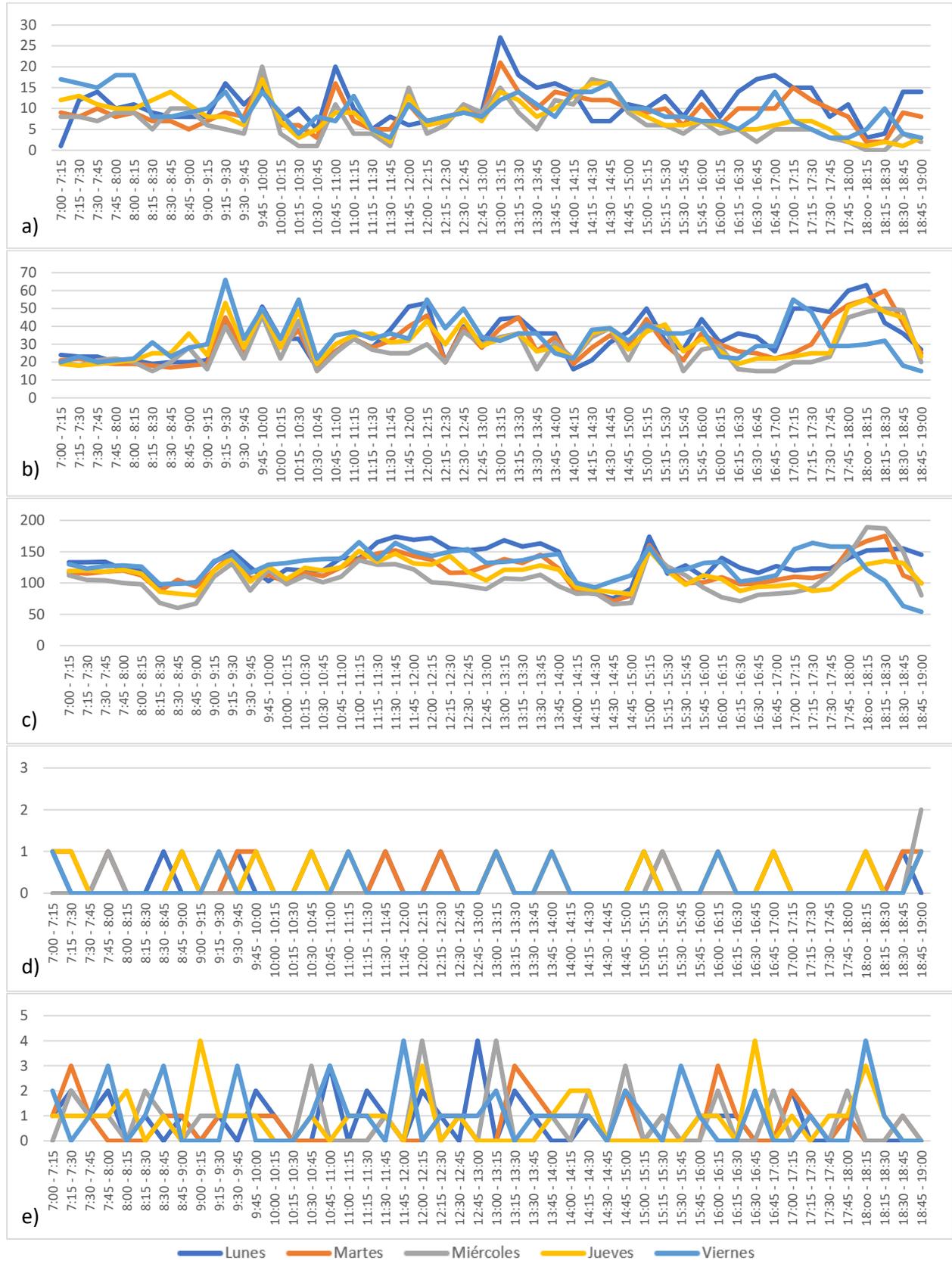
Para determinar la incidencia de los vehículos privados con proporción al total de vehículos livianos, la Figura 6 presenta los siguientes valores:



**Figura 6.** Porcentaje de vehículos privados en el tipo de movilización “livianos”. El eje “y” representa el porcentaje

La Figura 6 nos indica que, en promedio, el 75.60% de los vehículos livianos de esta intersección corresponden a vehículos privados, generando impactos negativos a la movilidad del sector. A diferencia de la sección anterior, que registró su mayor frecuencia de vehículos privados el lunes, la intersección 2 lo registró el viernes, alcanzando el 78.95% del total de vehículos livianos en este día, mientras que el día de menor circulación de vehículos privados se identificó el lunes con el 73.12% del total de este tipo de vehículos.

**Avenida Manabí y Tennis Club:**



**Figura 7.** Distribución de los medios de transporte en la intersección entre Avenida Manabí y Tennis Club, clasificados en a) bicicletas, b) motos, c) livianos, d) buses y e) pesados. El eje y representa la frecuencia del tipo de transporte analizado

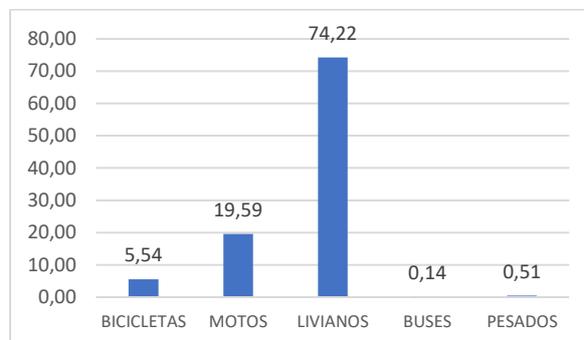
Los resultados mostrados en la Figura 7a indican que, al igual que en las otras intersecciones estudiadas, la distribución de las bicicletas es muy irregular entre los días de la semana y, al igual que la intersección No.2, su pico máximo se registró el lunes, con una frecuencia de 27 unidades, incluso compartiendo el mismo intervalo de tiempo (13h00-13h15). El día de mayor circulación de bicicletas también se identificó el lunes, con una proporción del 24.72% de los resultados totales para este tipo de transporte.

Mediante la Figura 7b se identificó al pico máximo de motocicletas en el viernes, similar a lo ocurrido en la intersección 2, pero en esta ocasión el intervalo de registro se determinó entre las 09h15 y 09h30 con una frecuencia de 66 unidades. El lunes también se registró el mayor número de motocicletas en la semana, con una proporción del 21.65%.

El análisis de vehículos livianos (Figura 7c) determinó que el número de vehículos que circuló por esta intersección (No. 3 en Tabla 1) fue únicamente 5% menor que lo registrado en la intersección 2, con una diferencia promedio de 280 vehículos en los 5 días de estudios, lo que representa variaciones muy pequeñas en estas dos intersecciones, a pesar de que las medidas geométricas, sentidos de las vías y giros permitidos varían considerablemente. El pico máximo de vehículos livianos se registró el lunes entre las 12h00 y 12h15, con una frecuencia de 172 unidades, en un horario muy diferente a lo ocurrido en la intersección 2. El lunes registró la mayor circulación de vehículos livianos, alcanzando el 22.17% de este tipo de transporte en total.

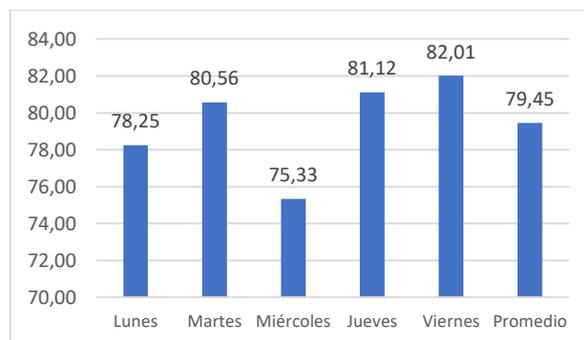
Los buses y vehículos pesados (Figura 7d y e, respectivamente), también registraron frecuencias muy bajas y poco representativas en el global de la distribución de tránsito, y sus picos máximos se registraron el miércoles entre las 18h45 y 19h00, con una frecuencia de 2 unidades, mientras que, para los vehículos pesados, su pico máximo fue identificado en varios intervalos de la semana, con una frecuencia tope de 4 unidades por

intervalos de 15 minutos. El martes se registró la mayor frecuencia de buses (27.27%), mientras que el viernes se registraron los valores máximos de vehículos pesados (23.98%).



**Figura 8.** Distribución de los medios de transporte en la intersección de estudio No. 3. El eje “y” representa el porcentaje.

La Figura 8 determina la distribución modal de los transportes, donde se observa, al igual que en las intersecciones anteriores, que la mayor proporción de circulación vehicular es generada por los vehículos livianos, en esta ocasión con el 74.22%, mientras que los buses y vehículos pesados son los que representan la menor cantidad frecuencial dentro de la intersección 3 (menos del 1% entre ambas).



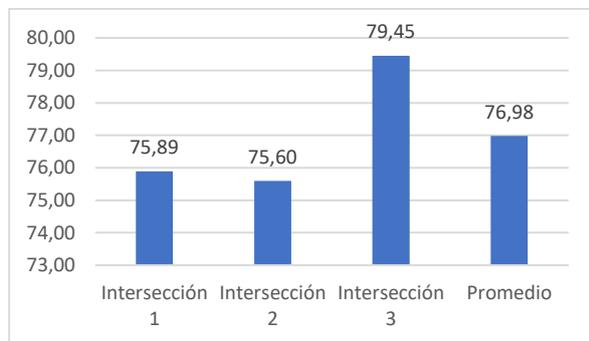
**Figura 9.** Porcentaje de vehículos privados en el tipo de movilización “livianos”. El eje “y” representa el porcentaje

Al igual que en secciones anteriores, la Figura 9 presenta el porcentaje de vehículos privados que conforma a los vehículos livianos, donde se puede observar que, en promedio, el 79.45% de los vehículos livianos son de tipo privado, según lo indicado en la sección de metodología. Desde el punto de vista semanal, el viernes fue el día que registró la mayor

cantidad de circulación de vehículos privados dentro de la zona de estudio.

### Análisis general de intersecciones

Mediante el análisis de los resultados obtenidos en las 3 intersecciones seleccionadas, se puede determinar que existe un factor en común muy importante, la elevada frecuencia de los vehículos livianos. Pese a esto, la intersección 1 fue la que menor porcentaje de vehículos livianos presentó (casi 20% menos con relación a las demás intersecciones), y puede ser producto de su cercanía con el Terminal Terrestre de la ciudad de Portoviejo y de varios terminales privados de empresas de transporte, como Coactur, Reina del Camino, Rutas Portovejenses y CTM. Esta influencia del transporte también se ve reflejada en la frecuencia de buses registrada, a pesar de que aún sigue siendo muy baja con relación a los demás tipos de movilización (6.66%), pero fue mucho más alta que las dos intersecciones restantes (0.55% para la intersección 2, 0.14% para la intersección 3).



**Figura 10.** Porcentaje de vehículos privados en el tipo de movilización “livianos” por intersección. El eje “y” representa el porcentaje

Dentro de los vehículos livianos, existe un componente que es el más perjudicial para una correcta movilidad urbana, el vehículo privado (Delgado et al., 2020). La distribución total de los vehículos privados que conforman al tipo de transporte “liviano” fue de 76.98% y se puede observar una gran similitud entre las 3 intersecciones estudiadas. Dentro de este análisis, la Intersección 3 fue la que registró la mayor cantidad de vehículos privados, con

una proporción del 79.45% de los vehículos livianos aforados (Figura 10).

Además, la motocicleta fue el segundo medio de movilización más aforado dentro de las 3 intersecciones, con un valor promedio del 22.68%, siendo la intersección 1 la que mayor porcentaje de motocicletas registró (28.67% de la distribución vehicular semanal de todos los medios de transporte).

Las bicicletas representaron un porcentaje muy similar a la distribución de los tipos de movilización de todos los puntos de aforo, con un valor promedio del 6.23% del aforo total. Para buscar una movilidad sustentable es importante fomentar los medios de movilización más favorables, entre estos, la bicicleta. Por este motivo es preocupante que el porcentaje que la bicicleta representa en el tránsito global sea muy bajo, lo que puede ser producto de la escasa red de bicicletas en estos puntos estudiados y que únicamente se encuentran presentes en pequeñas zonas de la ciudad donde su aplicación no fomenta la intermodalidad entre los medios de transporte.

Para facilitar el análisis, mediante la sumatoria de todas las unidades que circularon por cada punto de estudio (sin dividirla por tipo de transporte, para fines comparativos y determinación de importancia), se registraron 173660 unidades, de las cuales el 53.97% se aforó en la intersección 1, el 23.81% en la intersección 2 y el 22.22% en la intersección 3.

En general, los frecuentes problemas de movilidad, que se acentúan en las horas pico, son causados por los vehículos livianos, especialmente por su componente “vehículo privado”.

### Determinación de alternativas de mitigación al congestionamiento vehicular

Mediante el análisis de información se determinó que el vehículo privado es el generador principal de la congestión vehicular, no solo por la proporción que representa en el total aforado, sino también por el gran espacio físico que requiere para su circulación, especialmente porque los

vehículos privados (componente mayoritario de los vehículos livianos) son utilizados por una sola persona, lo que genera gran cantidad de espacio vial utilizado incorrectamente. Partiendo de esta problemática principal, se identificaron las siguientes alternativas de mitigación:

- **Implementación de campañas para una conducción sustentable:** Consiste en capacitar a la población con información relevante sobre una conducción responsable y eficiente, fomentando los desplazamientos compartidos cuando dos o más integrantes de una vivienda o zonas aledañas se dirigen a un lugar común, aprovechando de mejor manera al vehículo privado.
- **Cambio de perspectiva hacia una movilidad urbana sustentable:** Día a día crece la necesidad de abordar los problemas de movilidad desde otro punto de vista, enfocados en la obtención de una movilidad urbana sustentable (Lizárraga, 2006). Se debe solicitar a las entidades competentes, la inclusión de módulos educativos que abarquen estos temas de gran relevancia, para que los usuarios, en especial los más pequeños, conozcan la importancia de los medios de transporte, partiendo desde los más sustentables hasta los más perjudiciales (a pie, bicicleta, transporte público, transporte de mercancías y vehículo privado).
- **Fomentar los desplazamientos en transporte público:** Gracias al análisis de la información obtenida, se pudo observar que los autobuses circulan con una frecuencia muy baja por los puntos de estudios, especialmente en las intersecciones 2 y 3. Esto se debe a que, en las intersecciones indicadas, son escasas las rutas de buses que se desplazan. Dentro de esta medida se propone mejorar el espacio físico de las unidades de buses e intentar en la medida de lo posible, el cambio

completo de las mismas con la finalidad de contar con unidades inclusivas, en la que no se priorice el número de asientos disponibles, sino espacios inteligentes que estén destinados a todos los usuarios y sus necesidades (capacidades reducidas, embarazadas, tercera edad, niños en coche, personas con bicicleta), fomentando además la intermodalidad entre diversos medios de transporte (especialmente el enlace con la bicicleta). Además, se deben mejorar las paradas de buses en las que se debe incluir información de las rutas debidamente especificadas. Sin requerir la inversión elevada de recursos, se puede implementar el monitoreo de las unidades de buses directamente desde las aplicaciones móviles, como Google Maps, para conocer en tiempo real la ubicación de los vehículos y el tiempo promedio necesario para que lleguen a la parada indicada y al lugar de destino deseado. Para esto, únicamente deberán presentar (las cooperativas de transporte en conjunto con las autoridades competentes) las rutas exactas de los buses y enviar la información exacta a la base de datos de Google de manera gratuita y, automáticamente, mediante la utilización de los mapas por parte de los usuarios, la ubicación de cada unidad se actualizará en tiempo real. Se debe analizar la inclusión y ampliación de rutas de buses en los puntos 2 y 3, debido a que, un aumento gradual de 2 o 3 frecuencias cada 15 minutos, tendrán un impacto negativo nulo dentro del sistema de transporte, consiguiendo a mediano plazo resultados positivos que se verán reflejadas en una modificación sustancial del reparto modal, aumentando la frecuencia del uso del transporte público y reduciendo la utilización del vehículo privado.

- **Inclusión de la bicicleta dentro del sistema vial:** Es importante la implementación de ciclovías en muchos tramos de la ciudad, especialmente en los puntos estudiados. Para la intersección 1, la presencia del terminal terrestre y varias terminales privadas exige prioritariamente la implementación de la “intermodalidad”, que consiste en generar enlaces de conexión entre varios tipos de transporte, en este caso con la bicicleta. Además, debido a que en este punto 1 la frecuencia de buses es mucho mayor con relación a los demás puntos estudiados, la circulación de este tipo de vehículos en conjunto con los pesados, genera inseguridad en los usuarios de la bicicleta, especialmente cuando no cuentan con una red vial debidamente establecida, siendo necesario aplicar una división “segregada” para brindar más seguridad a este tipo de movilización, además que el espacio físico de las vías lo permiten (se debe asignar 1.4 m para una ciclovía unidireccional y 2.4 m para ciclovía bidireccional, anchos mínimos HCM, 2010). Para los puntos 2 y 3, por su cercanía con parques importantes (en espacial La Rotonda) y la Universidad Técnica de Manabí, se considera necesario y urgente la elaboración de una ciclovía que una varios de estos puntos de interés. Estas medidas, en conjunto con campañas de capacitación para el manejo correcto de la bicicleta y la utilización adecuada de la ciclovía, aumentará sustancialmente la utilización de este tipo de desplazamiento y los resultados podrán ser palpables a corto plazo. Junto con estas medidas, se deben implementar estacionamientos seguros para las bicicletas para fomentar aún más su utilización.
- **Exigir el cumplimiento de las normativas de tránsito:** Las normas de tránsito son primordiales para

obtener una movilidad urbana adecuada (Beltramino & Carrera, 2007), pero muchas veces no son aplicadas por los usuarios, especialmente en nuestra región, haciendo responsable a nuestra cultura heredada desde épocas precolombinas (Viteri et al., 2021). Se deberá exigir, por parte de los organismos reguladores, la aplicación estricta de la normativa de tránsito vigente, en la que se priorice el cuidado y la preferencia de los medios de movilización más sustentables y a la vez más vulnerables, a pie y en bicicleta. La exigencia de las normas, mediante la aplicación de multas de tránsito, generará un cambio en la percepción de cumplimiento por parte de los usuarios de las vías, especialmente en los usuarios de los transportes privados.

## CONCLUSIONES

Los problemas de movilidad en la ciudad de Portoviejo son cada vez más importantes, generando un aumento en el tiempo de desplazamiento de sus habitantes y visitantes, además de una reducción en el confort generado por el sistema vial.

La composición del tránsito vehicular en los puntos estudiados determinó la representación mayoritaria del vehículo liviano (64.83%), seguido de las motocicletas (24.54%), bicicletas (6.40%), camiones (3.76%) y buses (0.47%).

Se identificó a la intersección 1 como el punto de estudio de mayor relevancia, representando el 53.97% del aforo total. Este punto de intersección generó la mayor frecuencia de autobuses debido a su cercanía con el terminal terrestre de la ciudad y varios terminales privados, pero sus resultados aún están por debajo de lo esperado para contar con una correcta movilidad.

En general, los problemas de movilidad giran en torno al vehículo liviano, especialmente en su componente “vehículo privado”, que

representó 76.98% del total de livianos (86662 de 112577 vehículos), generando una utilización inadecuada del espacio vial.

La baja proporción de los desplazamientos en bicicleta y buses permitió identificarlos como puntos negativos para la movilidad urbana (con menor impacto que lo generado por el vehículo privado), sugiriendo el aumento de sus frecuencias.

La identificación de problemas permitió proponer estrategias para mitigar los inconvenientes de movilidad, basándose en la implementación de campañas de concientización para una correcta utilización de los espacios viales, fomento del transporte público, implementación de nuevas rutas de ciclovías y la correcta aplicación de las normativas de tránsito vigentes. Con la aplicación de estas medidas se mejorará notablemente la movilidad urbana de la ciudad, tornándola más sustentable y sostenible y convirtiéndola en un espacio agradable para sus habitantes y visitantes.

El presente trabajo puede ser aplicado en demás intersecciones importantes de la ciudad, con la finalidad de ampliar la base de datos y generar un análisis más completo del territorio, para mejorar las soluciones propuestas, especialmente para el fomento de la intermodalidad y la exigencia de la jerarquía de la movilidad sustentable.

#### IV. REFERENCIAS

- Beltramino, J. C., & Carrera, E. (2007). El respeto a las normas de tránsito en la ciudad de Santa Fe, Argentina. Revista Panamericana de Salud Pública, 22, 141-145.*
- Casanova, G., & Delgado, D. (2015). Diagnóstico del tráfico, alternativas y soluciones al congestionamiento vehicular en la Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí, Ecuador: Universidad Técnica de Manabí.*
- Cedeño, R., Álava, K., Delgado, D., & Ortiz, E. (2020). Caracterización de la movilidad vehicular y peatonal en la Universidad Técnica de Manabí. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 5(2), 64-75.*
- Castillo, J. I. R., Zambrano, D. A. V., Gutiérrez, D. A. D., & Hernández, E. H. O. (2020). Análisis del tránsito peatonal, alternativas y soluciones a congestionamientos en la Avenida América, entre Avenida Manabí y Calle Ramón Fernández. Portoviejo-Manabí. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 5(2), 33-44.*
- Cooperación Andina de Fomento "CAF" scioteca. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/642>. Accedido el 12 de enero de 2022*
- Chiluisa, M, Jalil, J, Vallecilla, A, Delgado, D. (2020). Movilidad Urbana Sustentable: Centro Histórico de Latacunga - Ecuador, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 277 pag.*
- Delgado D., Quiroz S., Casanova G., Álava M.A.C., da Silva J.P.C. (2021) Urban Mobility Characterization and Its Application in a Mobility Plan. Case Study: Bahía de Caráquez – Ecuador. In: da Costa Sanches Galvão J.R. et al. (eds) Proceedings of the 1st International Conference on Water Energy Food and Sustainability (ICoWEFS 2021). ICoWEFS 2021. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75315-3\\_64](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75315-3_64)*
- D. Delgado, JP. Silva, G. Casanova, E. Ortiz (2020). Plan de movilidad urbana y espacios públicos Sostenibles. Caso de estudio Bahía de Caráquez, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 145 pag.*
- HCM (2000) Highway Capacity Manual 2000, Washington D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.*
- Hernández García, S., Devesa Varas, H. D., Torres Vargas, G., Cruz González, G., Arroyo Osorno, J. A., & González García, J. A. (2020). Guía Para La Ejecución De Trabajos De Campo Para La Determinación De La*

*Oferta Y La Demanda De Los Estudios De Tránsito Para El Transporte Carretero. Publication Técnica, (581).*

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - Ecuador.*

Lizárraga Mollinedo, C. (2006). *Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. Economía, sociedad y territorio, 6(22), 283-321.*

López, L., Pita, W., Delgado, D., & Ortiz, E. (2020). *Análisis del tránsito vehicular, alternativas y soluciones a congestionamientos en la Avenida América, entre avenida Manabí y calle Ramón Fernández-Portoviejo-Manabí. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 5(2), 11-23.*

Vera, J., Loor, J., Ortiz, E., & Delgado, D. (2021). *Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 6(2), 29-42.*

Viteri C.V., Bravo Y.M., Gutiérrez D.D., Moreira S.A. (2021) *A Look at the Traditional Construction During the Earthquake of 7.8 Mw of Pedernales 2016 (Ecuador): The Case of Portoviejo City. In: Rodrigues H., Gaspar F., Fernandes P., Mateus A. (eds) Sustainability and Automation in Smart Constructions. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3\\_44](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3_44)*



**Abata Murillo K. G.**

Estudiante de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de

Manabí, Carrera Ingeniería Civil. Realiza su trabajo de titulación en la modalidad de Artículo Académico en el área de Ingeniería de Tránsito y Transporte.

en revistas nacionales e internacionales, libros y capítulos de libro. Menciones recibidas por publicaciones realizadas en la Universidad Técnica de Manabí. Ponente en varios eventos científicos nacionales e internacionales en el área de la Ingeniería Aplicada y Desarrollo Sostenible.

ORCID ID:  
<https://orcid.org/0000-0001-5251-8037>



**Arteaga Moreira F. V.**

Ingeniero Civil (Universidad Técnica de Manabí). Diseñador y consultor de proyectos viales, construcción y mantenimiento de

carreteras, control y gestión del tránsito urbano.



**Delgado Gutiérrez D.**

**A.** Ingeniero Civil (Universidad Técnica de Manabí - Ecuador). Máster en Ingeniería Civil y Construcciones Civiles (Instituto

Politécnico de Leiria–Portugal). Estudiante Ph.D. en el área de Desarrollo Sostenible (Universidad de Perpignan-Francia). Director del Departamento de Obras Públicas (2016/GADM del Cantón Muisne–Esmeraldas). Docente/Investigador de la Universidad Técnica de Manabí–Ecuador (2018–actualidad). Integrante del grupo de Investigación “GEORIESGOS” de la Universidad Técnica de Manabí (2018–actualidad). Integrante fundador del grupo de investigación "Red de Desarrollo Sostenible Manabí - ReDUS" (2019 – actualidad). Autor de varias publicaciones científicas arbitradas