



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.3949>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

*Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi –
Jaramijó*

*Traffic flow analysis at the Rocafuerte – Manta intersection, Montecristi –
Jaramijó*

*Análise do fluxo de tráfico do cruzamento Rocafuerte – Manta,
Montecristi – Jaramijó*

Jhoanna Estefanía Moreira-Mieles^I
jmoreira2414@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-9685-7707>

Cristhian Alfredo Vélez-Alcívar^{II}
cvelez9334@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-9261-2404>

Jimmy Jeffrey García-Vinces^{III}
jimmy.garcia@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6110-903X>

Correspondencia: jmoreira2414@utm.edu.ec

***Recibido:** 02 de mayo de 2024 ***Aceptado:** 08 de junio de 2024 * **Publicado:** 25 de julio de 2024

- I. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Magíster en Construcción de Obras Viales, Ingeniero Civil, Departamento de Construcciones Civiles, Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

El tema de investigación surge por la necesidad de mejorar y agilizar el flujo de tránsito vehicular en la intersección, con el objetivo de garantizar una circulación eficiente, de tal manera que se logre evitar congestiones innecesarias.

La intersección que une Rocafuerte-Manta, Montecristi-Jaramijó, desempeña un papel fundamental al conectar diferentes áreas urbanas o rurales, destinos turísticos y zonas industriales. Por lo tanto, esta problemática ha impulsado que se realice un estudio más detallado, con el propósito de analizar y comprender el flujo del tránsito vehicular en esta intersección.

Ante esta situación, es necesario llevar a cabo una investigación de campo enfocada en la recopilación de datos. A través de este análisis, será posible implementar estrategias que optimicen la movilidad y minimice los tiempos de espera en la intersección. Cabe recalcar que la ciudad de Manta es reconocida por su importante desarrollo turístico, convirtiéndola en uno de los atractivos turísticos con mayor afluencia en el país. En otras palabras, se registra un flujo considerable de turistas que atraviesan el punto de estudio.

Palabra Clave: Tráfico vehicular; Intersección; Nivel de servicio; Volumen.

Abstract

The research topic arises from the need to improve and speed up the flow of vehicular traffic at the intersection, with the aim of ensuring efficient circulation, in such a way as to avoid unnecessary congestion.

The intersection that connects Rocafuerte-Manta, Montecristi-Jaramijó, plays a fundamental role in connecting different urban or rural areas, tourist destinations and industrial zones. Therefore, this problem has prompted a more detailed study to be carried out, with the purpose of analyzing and understanding the flow of vehicular traffic at this intersection.

Given this situation, it is necessary to carry out field research focused on data collection. Through this analysis, it will be possible to implement strategies that optimize mobility and minimize waiting times at the intersection. It should be noted that the city of Manta is recognized for its important tourist development, making it one of the most popular tourist attractions in the country. In other words, a considerable flow of tourists is recorded that cross the study point.

Keyword: Vehicular traffic; Intersection; Level of service; Volume.

Resumo

O tema da investigação surge da necessidade de melhorar e agilizar o fluxo de tráfego de veículos no cruzamento, com o objetivo de garantir uma circulação eficiente, de forma a evitar congestionamentos desnecessários.

O cruzamento que liga Rocafuerte-Manta, Montecristi-Jaramijó, desempenha um papel fundamental na ligação de diferentes zonas urbanas ou rurais, destinos turísticos e zonas industriais. Assim sendo, este problema motivou a realização de um estudo mais detalhado, com o objetivo de analisar e compreender o fluxo do tráfego de veículos neste cruzamento.

Perante esta situação, torna-se necessária a realização de pesquisas de campo focadas na recolha de dados. Através desta análise será possível implementar estratégias que otimizem a mobilidade e minimizem os tempos de espera no cruzamento. De referir que a cidade de Manta é reconhecida pelo seu importante desenvolvimento turístico, tornando-se numa das atrações turísticas mais populares do país. Ou seja, há um fluxo considerável de turistas que passam pelo ponto de estudo.

Palavra-chave: Tráfego de veículos; Interseção; Nível de serviço; Volume.

Introducción

El flujo del tráfico y la movilidad es uno de los factores más importantes que determina el desarrollo de las comunidades y regiones en un país, dado que la infraestructura vial se comporta como uno de los factores que favorecen una ágil movilidad (Cedeño et al., 2020) y que, marca una pauta importante en las características de medición del crecimiento económico y la comodidad de las ciudades (Gallo-García & Castillo-Villanueva, 2018).

Mediante el crecimiento urbanístico no se ha considerado el incremento del número de automóviles sobre las vías, debido a la dependencia del vehículo privado como tipo de transporte predilecto para trasladarse entre los puntos de interés más importantes (Loor, Hernández, & Delgado, 2021). Como no se ha sido lo suficientemente proactivo para determinar el aumento vehicular, esto ha generado caos diarios en el tráfico y mayores tiempos para movilizarse.

Es por eso, que la Organización de las Naciones Unidas proyectan que para el 2030 la población urbana habrá crecido un 68%, preparando a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), a tomar medidas con una visión a largo plazo y con acciones enfocadas a mejorar las condiciones del

tránsito y fomentar la movilidad sostenible, con el objetivo de construir una ciudad más eficiente para el futuro (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

En la actualidad el incremento del tráfico vehicular es asociado con el desarrollo de la ciudad, los autores Sarango & Díaz, (2020) señalan que las necesidades del transporte, unido al aumento de vehículos generan un grave problema, por lo que, se requiere evaluar el desempeño operacional de las carreteras e intersecciones, con la finalidad de garantizar la seguridad y eficiencia del tráfico vehicular.

Cabe considerar, por otra parte, que se suele pensar que cuando existe un aumento de infraestructura vial esto se lleva a una mejora en la fluidez; sin embargo, esto no es totalmente cierto, ya que existen otros factores que provocan el congestionamiento vehicular (Delgado et al., 2021; Gómez & Delgado, 2022; Rocha et al., 2022).

El estudio de las intersecciones, permite que se obtenga información relevante mediante un análisis global de la problemática de movilización, debido a las interacciones que se genera permanentemente entre los vehículos de carga pesada, no pesada, motorizados y peatones, que generan accidentes y la reducción del confort en los usuarios (Abata, Artega, & Delgado, 2022).

Los autores Zapana Huallparimachi & Ojeda Quispe, (2021) indican que para obtener un análisis de flujo vehicular con resultados más eficientes se han creado modelos microscópicos y macroscópicos, que usan variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo, el espaciamiento. Estos modelos han sido parte fundamental para establecer conceptos cruciales como la capacidad y niveles de servicios, de tal manera, que se logra un mejor entendimiento de cómo operan las vías.

El propósito del trabajo de investigación está enfocado en hallar soluciones acordes a las necesidades de la intersección entre Rocafuerte – Manta y Montecristi – Jaramijó, mediante un análisis de flujo vehicular, siendo esta una herramienta que permite comprender y gestionar de una manera más efectiva la movilidad de los vehículos en determinada área, debido a que es un punto clave que conecta 4 cantones de la provincia de Manabí.

Desarrollo

Congestión Vehicular

Según Clavijo & Burbano (2021), actualmente no existe una definición universal aceptada, pero se puede entender como la acción de incorporar un vehículo en un flujo de tránsito lo cual prolonga el tiempo de circulación para los demás conductores.

La congestión vehicular surge debido al exceso de vehículos en una vía, lo que resulta en un desplazamiento lento e inconsistentes de los vehículos, a diferencia de las condiciones de circulación normales, ocasionando saturación en la vía debido al elevado número de vehículos (Vela Ruiz & Zegarra García, 2019).

Volumen vehicular

Según Sarango & Díaz, (2020) el volumen vehicular es la cantidad de vehículos que transita por una sección o segmento de carril durante un intervalo de tiempo. Esta medida resulta esencial para comprender tanto la carga como la capacidad de una vía, siendo fundamental en la planificación del tráfico y la gestión de transporte. La obtención de estos datos contribuye significativamente al momento de diseñar estrategias efectivas para mejorar la fluidez del tráfico.

Flujo vehicular

El flujo vehicular se refiere a la cantidad de vehículos, ya sean pesados, medianos o livianos que transita por una vía, carretera en un periodo de tiempo determinado, este se lo puede realizar mediante la fracción de estos volúmenes en unidades temporales como horas, días, semanas, meses o años (Salazar & O., 2021).

Aforo vehicular

En un aforo vehicular, se busca cuantificar la cantidad de vehículos que atraviesan una sección específica de una vía en un lapso determinado. Para ello se pueden emplear diversas técnicas y medios, los cuales pueden ser manuales o automáticos, con el fin de obtener con precisión el volumen del tránsito, información crucial para la gestión y proyección de nuevas vías de comunicación o para la renovación de la infraestructura vial existente (Esparza, 2020).

Intersección

Una intersección se define como el área general donde se unen o cruzan dos o más carreteras, incluyendo la carretera y las instalaciones al borde de la carretera para los movimientos del tráfico dentro del área. Las intersecciones desempeñan un papel crucial en las carreteras ya que el diseño de

estas influye significativamente en aspectos claves como la eficiencia, seguridad, velocidad, costos, operativos y capacidad (AASHTO, A, 2001).

Capacidad

Se la define como el flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito (Escobar, 2007).

Niveles de servicios

Los autores Cal & Cárdenas, (2018) mencionan que se utiliza el concepto de nivel de servicio para evaluar la calidad del flujo vehicular, proporcionando una descripción cualitativa de las condiciones operativas del flujo. Además, se consideran factores internos, como variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales (Ortiz et al., 2022). Por otro lado, los factores externos se centran en características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes.

Tabla 1: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

Clasificación funcional de las vías en base al TPDA			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _a) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Metodología

El enfoque aplicativo en esta investigación es cuantitativo, descriptivo, se recurrirá a un diseño no experimental transversal. El desarrollo de la investigación inicia con una idea, de tal manera, que se definen los objetivos, preguntas de investigación mediante la revisión de la literatura, lo que facilita la elaboración del marco teórico, mismo que nos permite formular las hipótesis en relación a las variables, estas serán verificadas en base a la recolección de datos o pruebas empíricas. (Tomás, 2021).

El autor Ramos- Galarza, (2020) indica que el alcance de una investigación explicativa se debe a la búsqueda de la explicación y determinación de los fenómenos, estableciendo una relación entre las variables.

Con el propósito de abordar la problemática del aumento del tráfico en la intersección de Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó, y en consonancia con los objetivos establecidos, se opta por un enfoque de investigación descriptiva de naturaleza cuantitativa y no experimental. Este enfoque se selecciona debido a que no implica la manipulación de las variables y permite la caracterización detallada de la situación actual en la mencionada intersección.

Este estudio se llevará a cabo utilizando un diseño de investigación de corte transversal, es decir, que se recopilará y analizará datos a lo largo de un período de 7 días, en horario de 7:00 am a 20:00 pm, mediante la realización de un aforo vehicular. Esta metodología proporcionará información relevante que servirá como base para la formulación de propuestas destinadas a mejorar y optimizar el flujo de tráfico en dicha intersección.

Tabla 2: Horarios de aforo vehicular.

DIA/HORA	Rocafuerte	Manta	Montecristi	Jaramijó
Lunes	7:00 - 8:00	7:00 - 8:00	7:00 - 8:00	7:00 - 8:00
	8:00 - 9:00	8:00 - 9:00	8:00 - 9:00	8:00 - 9:00
Martes	9:00 - 10:00	9:00 - 10:00	9:00 - 10:00	9:00 - 10:00
	10:00 - 11:00	10:00 - 11:00	10:00 - 11:00	10:00 - 11:00
Miércoles	11:00 -12:00	11:00 -12:00	11:00 -12:00	11:00 -12:00
	12:00 - 13:00	12:00 - 13:00	12:00 - 13:00	12:00 - 13:00
Jueves	13:00 - 14:00	13:00 - 14:00	13:00 - 14:00	13:00 - 14:00
Viernes	14:00 - 15:00	14:00 - 15:00	14:00 - 15:00	14:00 - 15:00

Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó

	15:00 - 16:00	15:00 - 16:00	15:00 - 16:00	15:00 - 16:00
	16:00 - 17:00	16:00 - 17:00	16:00 - 17:00	16:00 - 17:00
Sábado	17:00 - 18:00	17:00 - 18:00	17:00 - 18:00	17:00 - 18:00
	18:00 - 19:00	18:00 - 19:00	18:00 - 19:00	18:00 - 19:00
Domingo	19:00 - 20:00	19:00 - 20:00	19:00 - 20:00	19:00 - 20:00

El área de estudio seleccionada para este trabajo de investigación se distingue por un flujo vehicular constante y denso. A través de una observación visual detallada, se pueden identificar claramente los problemas de congestión que afectan a esta intersección.

Imagen 1: Área de estudio



Fuente: Google Earth, (2023).

El método utilizado consistió en realizar un conteo vehicular diario durante un período de 7 días consecutivos, del 20 al 26 de noviembre de 2023, en un horario de 7:00 a.m. a 20:00 p.m. Se consideraron diversos tipos de transporte, incluyendo vehículos livianos, carga liviana, vehículos pesados de dos a más ejes, autobuses, motocicletas y mototaxis. Para garantizar la precisión de los resultados, se eligieron días sin eventos extraordinarios que pudieran influir en el flujo normal del tráfico.

A continuación, se presentan las tablas que detallan los tiempos de semafORIZACIÓN para cada una de las calles evaluadas.

Tabla 3: Horarios de aforo vehicular.

Tiempo del semáforo (s)	Vías			
	Rocafuerte	Manta	Montecristi	Jaramijó
Rojo	40s	40s	40s	57s
Amarillo	3s	3s	3s	3s
Verde	30s	35s	35s	23s

Discusión y resultados

Discusión

El estudio se centró en la intersección Rocafuerte-Manta, Montecristi-Jaramijó, con el objetivo general de mejorar la fluidez del tráfico en esta área. Para lograr este objetivo, se plantearon objetivos específicos que incluían un análisis detallado del flujo vehicular mediante un aforo vehicular durante un periodo de tiempo determinado. Este análisis permitió observar y registrar la cantidad de vehículos que transitaban por la intersección en diferentes momentos del día, proporcionando datos cruciales sobre la variación en el volumen de tráfico.

Durante el periodo de recolección de datos, se identificaron varios patrones y tendencias significativas en el flujo vehicular. Por ejemplo, se observó un aumento notable en el volumen de tráfico durante ciertas horas, tanto en la mañana como en la tarde, lo cual era esperado pero necesario de cuantificar con precisión. Además, se detectaron ciertos días de la semana con un flujo vehicular más denso, sugiriendo la influencia de actividades específicas de la zona en estos días.

Basándonos en esos hallazgos, se desarrollaron propuestas concretas para abordar los problemas de congestión vehicular identificados. Estas propuestas involucraron cambios en la sincronización de semáforos, educación vial y sensibilización, así como mejoras en la infraestructura vial.

Resultados

Análisis del Flujo Vehicular

Durante la semana de estudio, se contabilizó el volumen total de vehículos que transitaron por las vías analizadas. En total, se registraron 131.831 vehículos en el período comprendido del 20 al 26 de noviembre de 2023 (Tabla 4).

Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó

De todas las vías evaluadas, la vía Manta se destacó por tener el mayor volumen vehicular, acumulando un significativo número de vehículos que transitaban diariamente. Este elevado flujo vehicular en la vía Manta refleja su importancia como arteria principal en la red vial de la región, así como su papel crucial en la conectividad y movilidad urbana.

Tabla 4: Volumen total vehicular.

DÍAS	MANTA	MOTECRISTI	ROCAFUERTE	JARAMIJÓ
LUNES	8064	4677	3852	2116
MARTES	8248	4387	4262	1881
MIERCOLES	9601	4138	4209	2090
JUEVES	7852	4527	4010	2105
VIERNES	8039	4206	4155	1990
SABADO	9035	4132	3526	2149
DOMINGO	7485	3994	3905	3196
SUBTOTAL	58324	30061	27919	15527
TOTAL	131831			

Manta se destaca por tener el tráfico más denso, lo que sugiere una mayor actividad económica y una población más numerosa. En contraste, Jaramijó muestra el menor volumen vehicular, lo que podría indicar una menor densidad poblacional o una actividad económica menos intensa.

A continuación, se presenta un análisis detallado de las vías evaluadas, tomando en consideración las cuatro horas pico debido a la notable inestabilidad del flujo vehicular y las diversas horas de alta congestión. Este enfoque permitió registrar el volumen máximo vehicular durante la semana de estudio, proporcionando una visión clara y precisa de los periodos críticos de tráfico.

De acuerdo a los datos obtenidos por el TPDA, se realizó la clasificación funcional de las vías.

Tabla 4.1: clasificación de las vías

Vía Manta	Autovía o Carretera Multicarril	AV1	9601
Vía Montecristi	Carreteras de	C1	4677
Vía Rocafuerte	2 carriles	C1	4262

Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó

Vía Jaramijó		C1	3196
--------------	--	----	------

En base a la información de la (Tabla 4), se logró clasificar las vías (Tabla 4.1). De tal manera, que la Vía Manta registró el mayor flujo con 9601 vehículos el miércoles, clasificándose como una Autovía o Carretera Multicarril tipo AV1. La Vía Montecristi, con un máximo de 4677 vehículos el lunes, la Vía Rocafuerte con 4262 vehículos el martes y la Vía Jaramijó con 3196 vehículos el domingo, se clasifican como Carreteras de 2 Carriles tipo C1. Este análisis destaca la diferencia en el uso y capacidad de estas vías, subrayando la necesidad de enfoques específicos de gestión del tráfico para cada tipo.

Tabla 4.2: Horas con mayor volumen vehicular.

Manta								
Día	Hora 1	Vehículos	Hora 2	Vehículos	Hora 3	Vehículos	Hora 4	Vehículos
Lunes	16:00	781	12:00	771	7:00	352	18:00	321
	17:00	veh/hora	13:00	veh/hora	8:00	veh/hora	19:00	veh/hora
Martes	18:00	864	13:00	711	9:00	350	17:00	652
	19:00	veh/hora	14:00	veh/hora	10:00	veh/hora	18:00	veh/hora
Miércoles	15:00	1159	16:00	917	18:00	864	14:00	837
	16:00	veh/hora	17:00	veh/hora	19:00	veh/hora	15:00	veh/hora
Jueves	7:00	745	8:00	715	12:00	699	16:00	693
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	13:00	veh/hora	17:00	veh/hora
Viernes	18:00	840	13:00	689	17:00	674	9:00	652
	19:00	veh/hora	14:00	veh/hora	18:00	veh/hora	10:00	veh/hora
Sábado	15:00	902	18:00	873	15:00	829	14:00	779
	16:00	veh/hora	19:00	veh/hora	16:00	veh/hora	15:00	veh/hora
Domingo	8:00	695	7:00	618	15:00	616	13:00	613
	9:00	veh/hora	8:00	veh/hora	16:00	veh/hora	14:00	veh/hora

De acuerdo al aforo vehicular realizado en la vía Manta (Tabla 4.2), se registró el mayor flujo vehicular de todas las vías evaluadas, alcanzando un pico de 1159 vehículos el día miércoles entre las 15:00 y las 16:00 horas. Las horas pico varían a lo largo de la semana, con un aumento notable en la

Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó

tarde y al final de la jornada laboral, indicando un patrón típico de desplazamiento entre el hogar y el trabajo.

Tabla 4.3: Horas con mayor volumen vehicular.

Montecristi								
Día	Hora 1	Vehículos	Hora 2	Vehículos	Hora 3	Vehículos	Hora 4	Vehículos
Lunes	18:00	493	16:00	470	7:00	434	8:00	430
	19:00	veh/hora	17:00	veh/hora	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora
Martes	18:00	460	18:00	415	8:00	399	7:00	391
	19:00	veh/hora	19:00	veh/hora	9:00	veh/hora	8:00	veh/hora
Miércoles	8:00	385	18:00	380	7:00	375	17:00	357
	9:00	veh/hora	19:00	veh/hora	8:00	veh/hora	18:00	veh/hora
Jueves	16:00	458	8:00	422	8:00	422	7:00	400
	17:00	veh/hora	9:00	veh/hora	9:00	veh/hora	8:00	veh/hora
Viernes	18:00	418	16:00	387	8:00	382	7:00	380
	19:00	veh/hora	17:00	veh/hora	9:00	veh/hora	8:00	veh/hora
Sábado	18:00	409	19:00	371	8:00	366	7:00	351
	19:00	veh/hora	20:00	veh/hora	9:00	veh/hora	8:00	veh/hora
Domingo	7:00	375	8:00	369	16:00	338	12:00	338
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	17:00	veh/hora	13:00	veh/hora

Por consiguiente, la vía Montecristi (Tabla 4.3) registró un volumen vehicular máximo de 493 vehículos el día lunes entre las 18:00 y las 19:00 horas, destacándose como una vía secundaria con una gran afluencia de vehículos pesados debido a su conexión con rutas industriales. Las horas pico vespertinas predominan, lo que sugiere un intenso flujo de tráfico de retorno a casa al finalizar la jornada laboral.

Tabla 4.4: Horas con mayor volumen vehicular.

Rocafuerte								
Día	Hora 1	Vehículos	Hora 2	Vehículos	Hora 3	Vehículos	Hora 4	Vehículos

Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó

Lunes	7:00	405	8:00	382	9:00	352	18:00	321
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	10:00	veh/hora	19:00	veh/hora
Martes	9:00	443	7:00	363	8:00	350	15:00	337
	10:00	veh/hora	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	16:00	veh/hora
Miércoles	7:00	425	8:00	395	9:00	387	13:00	355
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	10:00	veh/hora	14:00	veh/hora
Jueves	9:00	443	7:00	433	8:00	351	18:00	337
	10:00	veh/hora	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	19:00	veh/hora
Viernes	9:00	415	7:00	375	8:00	359	13:00	343
	10:00	veh/hora	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	14:00	veh/hora
Sábado	7:00	341	9:00	335	10:00	334	11:00	302
	8:00	veh/hora	10:00	veh/hora	11:00	veh/hora	12:00	veh/hora
Domingo	9:00	402	9:00	361	18:00	361	8:00	319
	10:00	veh/hora	10:00	veh/hora	19:00	veh/hora	9:00	veh/hora

La vía Rocafuerte (Tabla 4.4), registró un volumen máximo de 443 vehículos entre las 9:00 y las 10:00 horas, seguido de altos volúmenes los miércoles y lunes en el horario de 7:00 a 8:00 horas. Esta vía también mostró una considerable cantidad de tránsito, especialmente durante las horas de mayor actividad comercial y laboral.

Tabla 4.5: Horas con mayor volumen vehicular.

Jaramijó								
Día	Hora 1	Vehículos	Hora 2	Vehículos	Hora 3	Vehículos	Hora 4	Vehículos
Lunes	7:00	243	8:00	214	12:00	174	11:00	168
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	13:00	veh/hora	12:00	veh/hora
Martes	7:00	214	8:00	212	9:00	152	18:00	151
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	10:00	veh/hora	19:00	veh/hora
Miércoles	9:00	195	8:00	188	10:00	175	7:00	173
	10:00	veh/hora	9:00	veh/hora	11:00	veh/hora	8:00	veh/hora
Jueves	7:00	224	8:00	202	11:00	179	11:00	179
	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	12:00	veh/hora	12:00	veh/hora
Viernes	7:00	246	8:00	222	9:00	162	10:00	158

Análisis del flujo de tráfico de la intersección Rocafuerte – Manta, Montecristi – Jaramijó

	8:00	veh/hora	9:00	veh/hora	10:00	veh/hora	11:00	veh/hora
Sábado	8:00	197	10:00	196	10:00	194	7:00	171
	9:00	veh/hora	11:00	veh/hora	11:00	veh/hora	8:00	veh/hora
Domingo	13:00	286	9:00	271	10:00	267	12:00	266
	14:00	veh/hora	10:00	veh/hora	11:00	veh/hora	13:00	veh/hora

De acuerdo con el aforo vehicular, la vía Jaramijó (Tabla 4.5) registró un volumen máximo de 286 vehículos el domingo entre las 13:00 y las 14:00 horas, seguido por un alto flujo el lunes en el horario de 7:00 a 8:00 horas. Esta vía, aunque con menor densidad en comparación con Manta y Rocafuerte, es un importante enlace para el tráfico local. El patrón de tráfico matutino y de fin de semana en Jaramijó refleja una dinámica distinta, probablemente asociada a actividades recreativas y laborales.

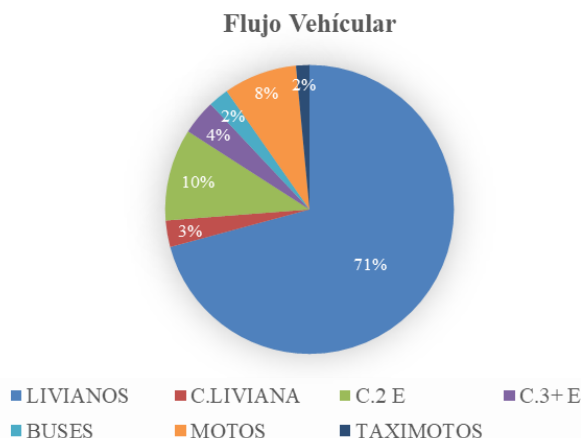
Tabla 4.6: Horario con más afluencia vehicular.

Vías	Manta	Rocafuerte	Montecristi	Jaramijó	Total
Día/ hora	15:00 - 16:00				
Miércoles	1159	298	321	162	1922

Tabla 4.7: Porcentaje de afluencia vehicular.

LIVIANOS	C.LIVIANA	C.2 E		BUSES	MOTOS	TAXIMOTOS	TOTAL
1361	57	198	75	44	158	29	1922
71%	3%	10%	4%	2%	8%	2%	100%

Imagen 4: Representación gráfica del flujo vehicular registrado el día miércoles en el horario de 15:00 a 16:00.



Con base en la información recopilada durante las horas de mayor afluencia vehicular, se puede identificar claramente cuál es la vía con el mayor volumen de tráfico. Utilizando estos datos, seleccionamos el mismo horario para realizar mediciones en las otras vías (Tabla 4.6). Esto nos permitió obtener una visión más clara y generalizada sobre los tipos de vehículos que circulan en la intersección (Tabla 4.7).

El análisis de los datos revela que la mayoría del tráfico en la intersección está constituida por vehículos livianos, los cuales representan el 71% del total. Esta elevada proporción sugiere una fuerte dependencia de los automóviles particulares, lo cual contribuye de manera significativa a la congestión vehicular.

Aunque los vehículos pesados representan un porcentaje menor del total (14% si se suman aquellos con 2 ejes y los de 3 o más ejes), su impacto en la congestión es notable debido a su tamaño y menor velocidad de desplazamiento. Los de carga liviana, buses, motocicletas y mototaxis, aunque en menor cantidad, también aportan al volumen total del tráfico y deben ser incluidas en cualquier estrategia de mejora para la intersección.

Conclusiones

Basándonos en los resultados obtenidos mediante el aforo vehicular, se ha establecido que la vía Manta es de clasificación AV1 y las vías Rocafuerte, Jaramijó cuenta con una clasificación C1.

El estudio realizado ha confirmado que la Vía Manta experimenta el mayor flujo vehicular entre las 15:00 y las 16:00 horas. Este hallazgo es fundamental para comprender el volumen de tráfico que atraviesa la intersección. Con esta valiosa información, se pueden desarrollar estrategias para abordar y mitigar el problema de congestión vehicular.

Propuestas de Soluciones

Sincronización de Semáforos

Ajustar los tiempos de los semáforos, considerando las horas picos que se presenta en cada vía, para optimizar el flujo vehicular, reduciendo los tiempos de espera y mejorando la fluidez del tráfico.

Educación Vial y Sensibilización

Desarrollar campañas educativas y de sensibilización dirigidas a los conductores, tanto de vehículos de carga liviana como de carga pesada, para fomentar el respeto a las normas de tránsito, la conducción segura y el uso de medios de transporte más sostenibles.

Infraestructura

Implementar un programa de mantenimiento de las vías, asegurando su buen estado, junto con la instalación de señalización clara en los puntos críticos para mejorar el flujo vehicular. Para abordar el tránsito de vehículos de carga pesada, proponemos mejorar la infraestructura vial de la intersección, establecer carriles específicos y zonas de estacionamiento cercanas.

La mejora de la infraestructura de paradas de buses también es esencial, con el diseño de paradas que permitan un flujo ordenado de buses y pasajeros.

Basadas en los resultados del análisis, estas propuestas están diseñadas para mejorar la circulación y reducir los tiempos de espera en las intersecciones Rocafuerte-Manta y Montecristi-Jaramijó, lo que en última instancia mejoraría la experiencia de los conductores y la eficiencia del transporte en la región. El objetivo principal de esta estrategia integral es mejorar el flujo vehicular, incrementar la seguridad vial y optimizar la movilidad para todos los usuarios de la vía, incluyendo vehículos de carga pesada, transporte público y peatones.

Referencias

1. AASHTO, A. (2001). Policy on geometric design of highways and streets. (Vol. 1). Washington, DC.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
2. Abata, K., Artega, F., & Delgado, D. (2022). Abata, K., Artega, Análisis del congestionamiento vehicular en diferentes intersecciones en la ciudad de Portoviejo, Ecuador. RIEMAT, 7(1).
3. Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. Alpha Editorial.
4. 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. Clavijo, K., E. G., & Burbano, R. (2021). Estimación de los Costos Económicos de la Congestión Vehicular en Quito en el Año 2016. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 763-786.
6. Delgado, D., Quiroz, S., Casanova, G., Álava, M. A. C., & da Silva, J. P. C. (2021, May). Urban Mobility Characterization and Its Application in a Mobility Plan. Case Study: Bahía de Caráquez–Ecuador. In *International Conference on Water Energy Food and Sustainability* (pp. 594-604). Cham: Springer International Publishing.
7. Escobar, F. A. (2007). Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial. Tunja: UPTC.
8. Esparza, A. (2020). AFORO VEHICULAR. Aguascalientes, Mexico.
9. Galarza, C., A. R. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), 1-6.
10. Gallo-García, A., & Castillo-Villanueva, G. (2018). Análisis de las condiciones de seguridad vial ligadas a temas de infraestructura en las vías rápidas de Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/e361f1bc-03bd-4096-a892-64cbcb37f530>
11. Gómez, J., & Delgado, D. (2022). El congestionamiento vehicular, análisis y propuesta de solución: intersección semaforizada entre Avenidas América y Reales Tamarindos, Portoviejo, Ecuador. *Investigación y Desarrollo*, 16(1).
12. Leureyro Rocha, J., & Rios Castillo, A. M. (2022). Impacto del desarrollo en la infraestructura portuaria del Callao sobre la optimización de la cadena de suministro de carga especial en el periodo 2015–2020. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
13. Loor, J., Hernández, E., & Delgado, D. (2021). Loor, J., Hernández Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador. *RIEMAT*, 6(2). doi:<https://doi.org/10.33936/riemat.v6i2.4287>
14. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2023). Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible. Obtenido de Ministerio de Transporte y Obras Públicas: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/06/PNMUS_MTOP_Sintesis-de-la-PNMUS.pdf
15. Ortiz, R., Zambrano, C., García-Vinces, J., & Delgado, D. (2022). Análisis de los accidentes de tránsito en varios cantones del Ecuador.
16. Salazar, M., & O., L. (2021). Capacidad Vial y Flujo Vehicular en la Carretera PE. 3SB.

17. Sarango, P., & Díaz, B. (2020). Sistema web y móvil híbrido para la recolección muestral de datos sobre flujo vehicular en la zona de regeneración urbana de la ciudad de Loja, Ecuador. *Revista Espacios*, 2.
18. Tomás, C. (2021). *Metodología de la investigación y redacción científica*. Thrissur: Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-64865-7>
19. Vela Ruiz, A., & Zegarra García, M. (2019). Vela Ruiz, A. Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales, 2018.
20. Zapana Huallparimachi, F., & Ojeda Quispe, J. M. (2021). Análisis de la capacidad vial y nivel de servicio de las principales intersecciones semaforizadas y no semaforizadas de la Avenida Agustín Gamarra y prolongación Avenida Grau; aplicando la metodología determinísticas del manual de capacidad vial HCM 2016.