



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**INCIDENCIA EN EL VOLUMEN DEL TRÁNSITO MEDIANTE LA METODOLOGÍA
DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA), DEBIDO A LA CIRCULACIÓN
DE MOTOCICLETAS EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS AJAVÍ Y
CARDENAL DE LA TORRE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingenieros Civiles

AUTORES: Danny Fabián Pallo Vásquez
Orlando Alberto Zambrano Zambrano
TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Danny Fabián Pallo Vásquez con documento de identificación N° 0550004816 y Orlando Alberto Zambrano Zambrano con documento de identificación N° 2100707385; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 21 de febrero del 2024

Atentamente,



Danny Fabián Pallo Vásquez
0550004816



Orlando Alberto Zambrano Zambrano
2100707385

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Danny Fabián Pallo Vásquez con documento de identificación N° 0550004816 y Orlando Alberto Zambrano Zambrano con documento de identificación N° 2100707385; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Incidencia en el volumen del tránsito mediante la metodología del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), debido a la circulación de motocicletas en la intersección de las avenidas Ajaví y Cardenal de la Torre”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 21 de febrero del 2024

Atentamente,



Danny Fabián Pallo Vásquez
0550004816



Orlando Alberto Zambrano Zambrano
2100707385

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **INCIDENCIA EN EL VOLUMEN DEL TRÁNSITO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA), DEBIDO A LA CIRCULACIÓN DE MOTOCICLETAS EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS AJAVÍ Y CARDENAL DE LA TORRE**, realizado por Danny Fabián Pallo Vásquez con documento de identificación N° 0550004816 y Orlando Alberto Zambrano Zambrano con documento de identificación N° 2100707385, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 21 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

INCIDENCIA EN EL VOLUMEN DEL TRÁNSITO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA), DEBIDO A LA CIRCULACIÓN DE MOTOCICLETAS EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS AJAVÍ Y CARDENAL DE LA TORRE

IMPACT ON TRAFFIC VOLUME USING THE ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC (TPDA) METHODOLOGY, DUE TO THE CIRCULATION OF MOTORCYCLES AT THE INTERSECTION OF AJAVÍ AND CARDENAL DE LA TORRE AVENUES

Danny Pallo - Vásquez ¹, Orlando Zambrano - Zambrano ², Hugo Carrión - Latorre³

Resumen

Durante el desarrollo de esta investigación se ha trabajado de forma teórica y experimental para determinar la existencia entre la congestión vehicular y el volumen de motocicletas que transita por la intersección entre las avenidas: Cardenal de la Torre y Ajaví en el sector sur de la ciudad de Quito; donde a través del análisis de los datos recolectados se indica que al percepción de los conductores, se puede respaldar con el análisis del tránsito promedio anual en la intersección, determinado que el volumen que representa el segmento de motocicletas aumenta la congestión vehicular en la intersección, esto gracias a la relación hecha mediante factores de equivalencia de Motos-vehículos livianos.

Palabras Clave: Tránsito, TPDA, Quito, Motocicletas.

Abstract

During the development of this research, theoretical and experimental work has been carried out to determine the existence between vehicular congestion and the volume of motorcycles that travel through the intersection between the avenues: Cardenal de la Torre and Ajaví in the southern sector of the city of Quito; where through the analysis of the data collected it is indicated that the perception of the drivers, can be supported with the analysis of the average annual traffic at the intersection, determined that the volume represented by the motorcycle segment increases the vehicular congestion at the intersection, this thanks to the relationship made through equivalence factors of motorcycles and light vehicles.

Keywords: Transit, TPDA, Quito, Motorcycles.

¹ Estudiante de Ingeniería Civil - Universidad Politécnica Salesiana - Quito, Ecuador.

² Estudiante de Ingeniería Civil - Universidad Politécnica Salesiana - Quito, Ecuador.

³ Docente de Ingeniería Civil - Universidad Politécnica Salesiana - Quito, Ecuador.

Autor para correspondencia: dpallo@est.ups.edu.ec; ozambranoz@est.ups.edu.ec; hcarrion@ups.edu.ec

1 Introducción

La ciudad de Quito experimenta un crecimiento acelerado del parque automotor, generando gran congestión muchas avenidas e intersecciones principales de la ciudad, como es el caso de la intersección de las avenidas Ajaví y Cardenal de la Torre. El objetivo de la investigación fue analizar la composición del tránsito vehicular especialmente el compuesto por motocicletas y proponer soluciones y alternativas a problemas de congestionamiento por el volumen de tránsito de este tipo de vehículos o accidentes de tránsito. Para dicho efecto la metodología se respaldó en la aplicación de un aforo vehicular, la práctica de una encuesta dirigida a los conductores y la observación de los investigadores. Los resultados permitieron identificar tres causas frecuentes del problema: las denominadas “horas pico”, el tipo de vehículo y, principalmente, el conductor.

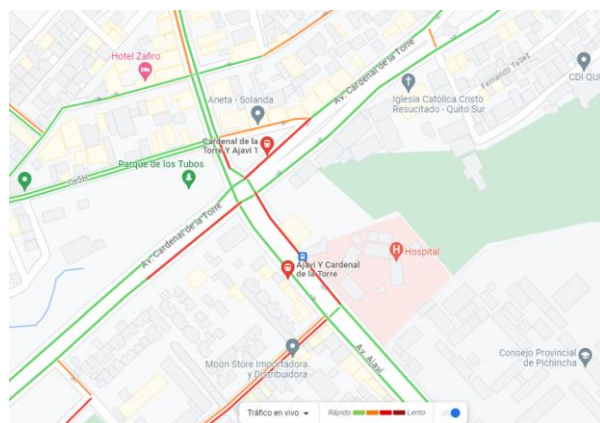


Figura 1. Intersección entre la Avenida Ajaví y Cardenal de la Torre a través de Maps de Google

2 Materiales y Métodos

2.1 El tránsito vehicular

El volumen de tránsito siempre debe ser considerado como dinámico, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos [1].

Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es

importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y evitar que las condiciones de operación comienzan a deteriorarse (congestión) con frecuentes paradas (volumen forzado).

2.1.1 Aforo vehicular

El aforo o conteo vehicular se realiza durante una semana completa, en horario de 6:00 hrs a 18:00 hrs, está concentrado las horas de mayor demanda vehicular.

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO "TPDA"										
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: INCIDENCIA EN EL VOLUMEN DEL TRÁNSITO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA), DEBIDO A LA CIRCULACIÓN DE MOTOCICLETAS EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS AJAVÍ Y CARDENAL DE LA TORRE										
DÍAS DE LA SEMANA VA REALIZAR EL ESTUDIO										
LUNES	MAERTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO				
X										
TIPOS DE VEHÍCULOS	VEHÍCULOS LIVIANOS					VEHÍCULOS PESADOS				
	MOTOCICLETAS	AUTOMÓVIL (A)	CAMIONETA (C)	AUTOBUSES (B)	CAMIONES (2-5)	CAMIONES (3-5)	CAMIONES (2-5)	CAMIONES (2-5)	CAMIONES (3-5)	CAMIONES (3-5)
EJE	2	2	2	2	2	3	3	4	5	
HORA										
6:00-7:00	83	403	22	23	7	5	1	0	0	0
7:00-8:00	114	476	48	25	3	2	0	0	0	0
8:00-9:00	108	531	51	26	15	4	1	0	0	0
9:00-10:00	92	462	35	26	5	2	1	0	0	0
10:00-11:00	97	489	28	21	4	7	1	0	0	0
11:00-12:00	93	525	57	31	6	5	1	0	0	0
12:00-13:00	85	475	38	22	9	9	0	0	0	0
13:00-14:00	131	533	62	32	13	10	0	0	0	0
14:00-15:00	114	564	34	25	10	9	0	0	0	0
15:00-16:00	102	491	41	24	3	8	1	0	0	0
16:00-17:00	116	548	26	27	8	1	1	0	0	0
17:00-18:00	107	572	14	30	8	5	0	0	0	0
Total	1242	6069	456	312	91	67	7	0	0	0

Figura 2. Tabla de conteo vehicular.

La figura 2 indica el formato de tabla utilizado para realizar el conteo, el día correspondiente y los vehículos considerados.

2.1.2 Clasificación vehicular

Se tiene una gran variedad de vehículos que pueden circular por una intersección por ello se usa la tabla de pesos y dimensiones otorgada por el MTOP para realizar la clasificación vehicular del transporte pesado [2], y en el caso de vehículos livianos y motocicletas a través de valores promedio encontrados en el mercado nacional.

Tabla 1: Tipos de vehículos motorizados, remolques y semirremolques.

Tipo	Distribución de carga por eje	Descripción
Motocicleta	1.1 – 0.9	
Liviano	0.06 – 0.05	Automóvil
2D	3 – 4	Camión de 2 ejes pequeño / camionetas
Bus	7 – 11	
2DB	7 – 11	Camión grande de 2 ejes
3A	7 – 20	Camión de 3 ejes
2S1	7 – 11 – 11	Tracto camión de 2 ejes y semi remolque de 1 eje

La figura 3 ejemplifica los distintos tipos de la clasificación vehicular.



Figura 3. Tipos de vehículos motorizados

Dentro de una vía de barrios carriles, los vehículos se organizan formando columnas y filas, pero estos al tener distintas dimensiones, crean patrones irregulares, por ello se agrega la tabla 2 realizada en función de la normado a nivel nacional para el caso de vehículos pesados, y con datos promedios para el caso de motocicletas y vehículos livianos

Tabla 2: Dimensiones de vehículos motorizados, remolques y semirremolques.

Tipo	Longitud	Ancho	Alto
Motocicleta	1.90	0.60	-
Liviano	5.00	1.60	-
2D	5.00	5.60	3.00
Bus	12.20	2.60	4.10
2DB	12.20	2.60	4.10
3A	12.20	2.60	4.10
2S1	20.50	2.60	4.30

2.1.3 Direcciones de movimiento del tránsito en la intersección

La Av cardenal de la torre, es una vía de 4 carriles con parterre intermedio, que dirige el

tránsito en el eje longitudinal de la ciudad, es decir sur – norte, norte – sur; por su parte la Av Ajaví dirige el tránsito en el eje transversal, es decir este – oeste, oeste – este.

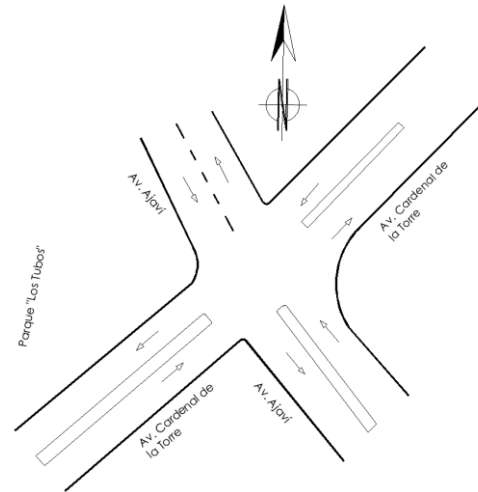


Figura 4. Geometría y direcciones de circulación de las vías que confluyen en la intersección.

2.1.4 Puntos de conflicto

Los flujos vehiculares tienden a ir en diferentes direcciones, creando inconvenientes en las intersecciones según cómo va aumentando la cantidad de carriles [3]. La figura 4 muestra los puntos de conflicto remarcados en negro los que son imposibles de evitar, debido al cruce de vehículos.

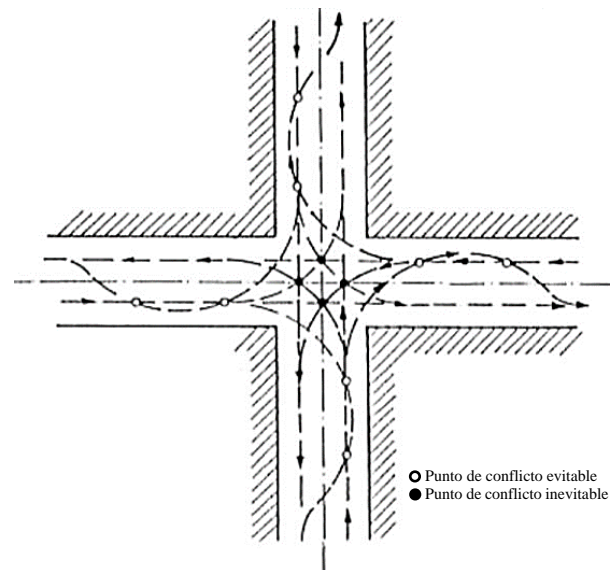


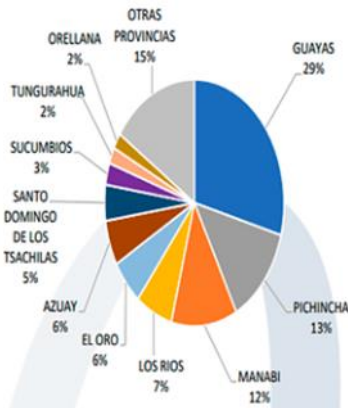
Figura 5. Puntos de conflicto presentes en la intersección de estudio [3].

2.1.5 Velocidad de circulación

La velocidad promedio de circulación en Quito ha disminuido en los últimos años, siendo de 29 km/h durante las horas pico en 2022. Los desplazamientos en el centro de la ciudad también experimentaron una disminución, su velocidad promedio es de 17.7 km/h en 2022 [4].

2.1.6 Aumento del parque automotor en el segmento de motocicletas

Según cifras de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade), en julio pasado la demanda de motocicletas en el mercado ecuatoriano permitió un repunte del 9 % con comparación con julio del 2022, con 16.589 unidades vendidas, un crecimiento que según el gremio no se había registrado en este año. Mientras, de enero a julio se vendieron en total 112.945 motocicletas, un crecimiento del 3,6 % en comparación con el mismo periodo del 2022 [5].



2.2 Tránsito promedio anual TPDA

2.2.1 Volumen de tránsito

La gráfica 6 muestra la cantidad de vehículos registrados durante el conteo realizado para el primer día del levantamiento de la información.

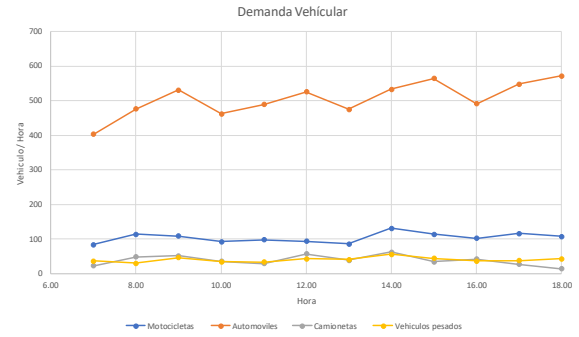


Figura 6. Aforo Vehicular del día 1.

Luego de analizar los datos obtenidos se encontró que el mayor volumen vehicular es aportado por los autos pequeños con un promedio de 73%, seguido de las motocicletas con un promedio de 15, el día de mayor demanda es el sábado con un total de 1586 motocicletas en circulación. Aunque en menor medida se observó la presencia del transporte pesado como, camiones y tractocamiones, así como el del transporte urbano y escolar de tipo bus.

Tabla 3: Demanda vehicular semanal en el periodo de aforo.

Tipo Vehículo	Tráfico total							Prom.	Porcentaje
	1	2	3	4	5	6	7		
Motocicletas	1242	1239	1221	1198	1260	1586	927	1239	15
Automóviles	6069	6214	5958	6263	6216	8202	2271	5885	73
Camionetas (2D)	456	447	420	428	441	510	358	437	5
Bus (2DB)	312	297	297	298	285	1204	925	517	6
Camión (3A)	91	63	88	79	73	191	84	96	1
Tracto Camión (2S1)	67	60	54	67	48	67	18	54	1
	7	7	6	5	7	2	2	5	0
TOTAL:	8079	8197	7896	8187	8202	11502	4481	8078	100

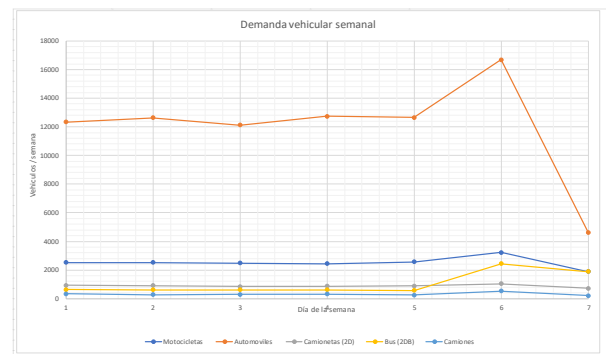


Figura 7. Demanda vehicular en el periodo del aforo.

La Figura 8 indica la variación de la intensidad de tráfico de diferentes tipos de día con respecto a la intensidad media diaria para el año 2013, en grupos de vías según su ubicación en las zonas norte, sur y periferia [6].

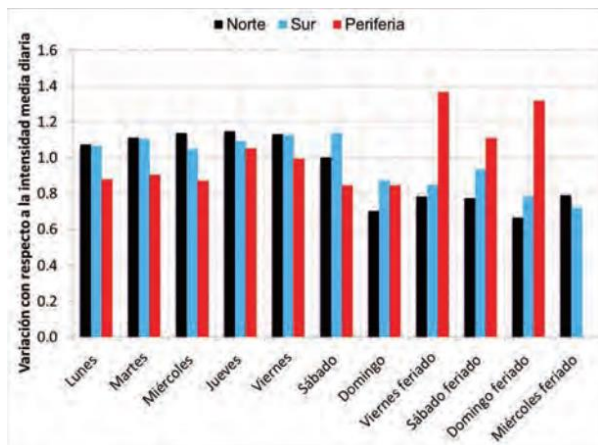


Figura 8. Variación de la intensidad de tráfico con respecto a la intensidad media diaria.

En la zona sur, el flujo vehicular de los sábados es similar a los valores de días laborables.

Los domingos, la intensidad de tráfico se reduce en un 26 %, el tráfico se reduce en días feriados. Sin embargo, en las vías de la periferia hay un incremento (entre 11 y 47 %) con respecto al flujo de los días laborables. Este cambio se explica por la mayor cantidad de vehículos que salen y llegan al DMQ, en días feriados.

2.3 Cálculo del TPDA

2.3.1 Tránsito promedio semanal

Al no tomar en cuenta para el conteo manual el resto de las horas del día por parte de los contadores, se hará un ajuste con el uso del factor diario (FD), este se obtiene mediante la división del mayor número de vehículos que transitan en un día para el total de vehículos registrados al final de la semana.

$$FD = \frac{\text{Mayor número de vehículos que transitan en un día}}{\text{Total de vehículos registrados en la semana}} \quad 1$$

Con este ajuste se encuentra el tránsito promedio semanal indicado en la tabla 4

Tabla 4: Tráfico promedio diario semanal

Tipo Vehículo	Tráfico Diario Semanal							Prom.	%
	1	2	3	4	5	6	7		
Motocicletas	2526	2520	2484	2437	2563	3226	1886	2520	15
Automoviles	12345	12640	12120	12740	12644	16684	4620	11970	73
Camionetas (2D)	928	909	854	871	897	1037	728	889	5
Bus (2DB)	635	604	604	606	580	2449	1882	1051	6
Camión (2DB)	185	128	179	161	148	389	171	194	1
Camión (3A)	136	122	110	136	98	136	37	111	1
Tracto Camión (2S1)	14	14	12	10	14	4	4	10	0
Tráfico Diario Semanal								16431	100

Tabla 5: Tráfico promedio diario anual

Tipo Vehículo	Ajuste Tráfico Anual							Prom.	%
	día 1								
	1	2	3	4	5	6	7		
Motocicletas	2529	2523	2486	2439	2565	3229	1887	2523	15
Automoviles	12356	12652	12130	12751	12656	16699	4624	11981	73
Camionetas (2D)	928	910	855	871	898	1038	729	890	5
Bus (2DB)	635	605	605	607	580	2451	1883	1052	6
Camión (2DB)	185	128	179	161	149	389	171	195	1
Camión (3A)	136	122	110	136	98	136	37	111	1
Tracto Camión (2S1)	14	14	12	10	14	4	4	10	0
Tráfico Diario Anual								16446	

2.4 Factor equivalencia de motos

El factor equivalente permite relacionar la ocupación, cantidad y velocidad de circulación entre un vehículo liviano o pesado, y una motocicleta, estos factores permiten obtener un TPDA modificado que marca la incidencia de la motocicletas en el tránsito.

Al nivel internacional se tiene los estudios de Yarce, (2015) [7] y Muñoz, (2021) [8]

En el caso de Ecuador se tiene estudios para determinar estos factores realizados por Palacios, (2019) [9]; Espinoza & Arce, (2019) [10]; Tapia & Mendieta, (2019) [11]

De estos estudios resumiendo se puede ver que este factor vario mucho dependiendo del sitio donde se está analizando el tránsito; sea una intersección semaforizada o no, una rotonda o incluso el nivel o el tamaño de la intersección.

Tabla 6: Factores equivalentes

Factor Equivalente	Jara (2019)	Espinoza & Arce (2019)	Tapia & Mendieta (2019)
Motocicletas	0.88	0.72	0.67
Liviano	1	1	1
Camionetas	1.05	1.09	1.25
Bus	1.38	1.76	1.8
Camión	1.38	1.76	1.8
Camión	1.38	1.98	1.96

Utilizando estas ecuaciones se lleva las motos a buses y vehículos livianos como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Aplicación del factor al TPDA de motos

Factor Equivalente	Jara (2019)	Espinoza & Arce (2019)	Tapia & Mendieta (2019)
Motocicletas	0.9	0.7	0.7
Motos a Vehículo liviano	2220	1816	1690
Motocicletas	0.6	0.4	0.4
Moto a Bus	1609	1032	939

El factor promedio determinado es de 0.76; es decir cada moto aporta 0.76 vehículos al volumen de tránsito en la intersección; la varios del TPDA se indica en la tabla 8.

Tabla 8: Modificación del TPDA aplicando el factor equivalente.

TPDA Modificado		
Automóviles	13890	86.02%
Camionetas (2D)	890	5.51%
Bus (2DB)	1052	6.52%
Camión (2DB)	195	1.20%
Camión (3A)	111	0.69%
Tracto Camión (2S1)	10	0.06%
Tráfico Diario Anual	16148	100.00%

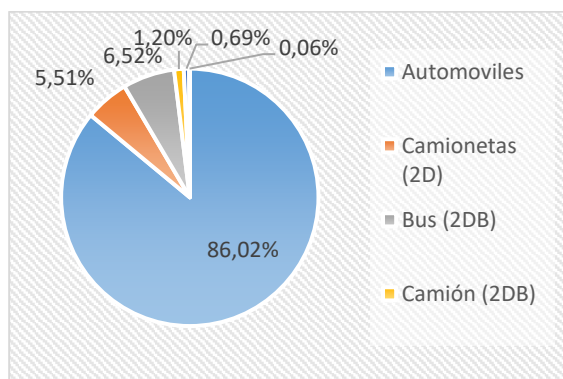


Figura 9. Porcentajes de vehículos con TPDA modificado

Con este TPDA modificado se puede obtener la densidad vehicular presente en la intersección a la entrada y salida de la misma aplicando la ecuación del trabajo de Gualotuña & Quihspe [12] donde (D) es la densidad vehicular (veh/km/carril), (fv) es el flujo de vehículos livianos por carril(veh/h/carril) y (Vc) es la velocidad de circulación (km/h)

$$D = \frac{fv}{Vc}$$

De esto se obtiene una densidad vehicular de 86 veh/km/carril con el TPDA actual y de 96 veh/km/carril con TPDA modificado.

2.5 Incidencia de accidentes de tránsito

El límite máximo de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares en sector urbano es de 50km/h y el rango moderado es de 50 a 60 Km/h; sin embargo en horas pico u horas de alta densidad vehicular, esta velocidad se puede reducir hasta los 13 km/h [12]

La percepción en la intersección de estudio realizado a conductores es que al menos el 34% de los conductores de motocicleta han experimentado incidentes de tránsito que han derivado en atención medica hospitalaria, en conductores de vehículos esta cifra aumenta hasta el 35.4%

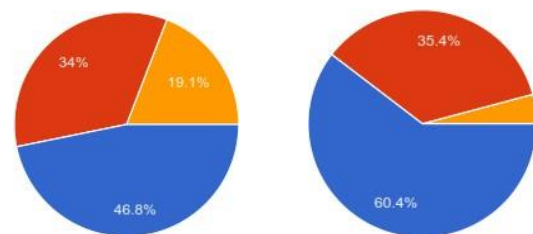


Figura 10. Porcentajes de conductores que han sufrido siniestros de tránsito.

En la figura 10 se indica los tipos de incidentes con mayor porcentaje de gravedad en lo referente a incidentes con víctimas fatales e incidentes con víctimas heridas tomados del Anuario de siniestralidad de la ciudad de Quito para el año 2020 [13].

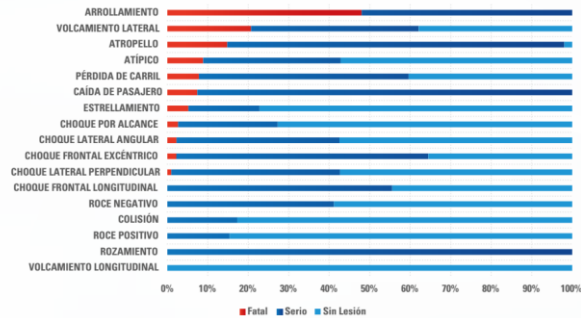


Figura 11. . Porcentaje de Gravedad de Incidentes [13].

De las 176 víctimas fatales en Quito en el año 2020, se registraron 211 vehículos relacionados a estos incidentes, de los cuales, 59 fueron motocicletas.

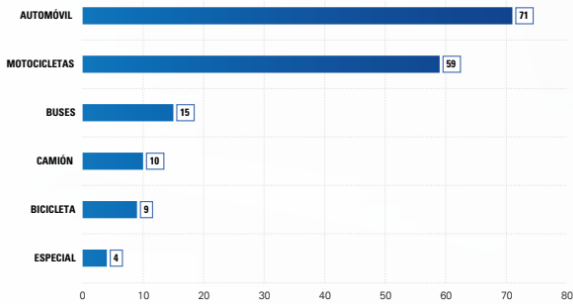


Figura 12. . Porcentaje de Gravedad de Incidentes [13].

2.6 Control del tránsito

2.6.1 SemafORIZACIÓN

La Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, a través la Gerencia de Operaciones de la Movilidad opera, administra y gestiona el sistema semafórico en todo el Distrito Metropolitano de Quito, con el objetivo de optimizar la movilidad para peatones, ciclistas y conductores [14].



Figura 13. Presencia semáforos en la intersección de estudio.

Este sistema regula los tiempos del semáforo vehicular de forma automática en función de la condición real del tráfico. Para lograr esto, se usan las cámaras de video detección, ubicadas en las intersecciones semafóricas, las cámaras cuentan la cantidad de automotores que pasan por una vía.

De esta forma, mediante algoritmos, calcula el tiempo que se asigna a cada fase del sistema semafórico, es decir se adapta y se regula de acuerdo con el flujo vehicular en tiempo real [14].

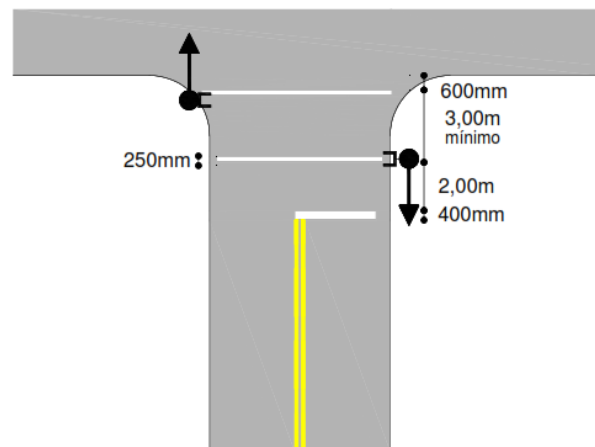


Figura 14. Presencia de agentes de control de tránsito [15].

La actual semafORIZACIÓN indica que existe una pequeña preferencia hacia el sentido longitudinal de la ciudad.

Pallo & Zambrano/Incidencia en el volumen del tránsito mediante la metodología del tráfico promedio diario anual (TPDA), debido a la circulación de motocicletas en la intersección de las avenidas Ajaví y Cardenal de la Torre

Av. Cardenal de la Torre			
NORTE	40	3	30
SUR	30	3	40
Av. Ajaví			
ESTE	30	3	38
OESTE	30	3	38

Figura 15. Ciclos semafóricos actuales.

2.6.2 Agentes de tránsito

En la ciudad de Quito Agencia metropolitana de control de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial (AMT), es la encargada de gestionar de manera efectiva el control del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial [16].



Figura 16. Presencia de agentes de control de tránsito.

Se ha podido determina la presencia recurrente de los agentes de tránsito durante los días del conteo vehicular; manteniendo un contingente de al menos 2 agentes en las horas pico (6h00 a 9h00).

2.6.3 Señalización

La señalización del tránsito debe cumplir los requisitos mínimos del reglamento técnico ecuatoriano RTE INE 004-1:2011 Señalización vial parte 1 [17] RTE INE 004-2:2011 Señalización vial parte 2 [15]

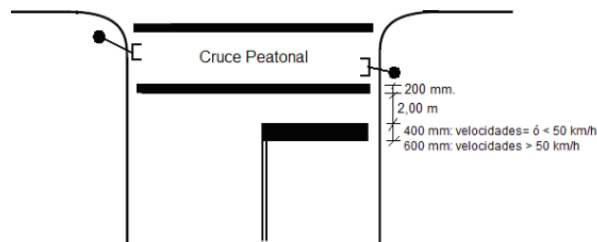


Figura 17. Señalética horizontal presente en la intersección [15].

En la vía existe la presencia señalización horizontal y vertical como se muestra en la figura 13 y 15, esta señalización no se encuentra en buen esta y en ciertos casos requiere de su mantenimiento o reemplazo.



Figura 18. Estado de la señalética en la intersección.

Existe presencia señalética para restringir giros en U como se indica en la figura 10 y figura 16, estas se encuentran de acuerdo a los establecido en la normativa nacional.



R2-8

Figura 19. Estado de la señalética en la intersección [17].

3 Resultados y Discusión

La figura 20 indica los vehículos equivalentes del TPDA de motos determinado, siendo el máximo valor la relación de Jara, (2019) y ka menor tomada del estudio de TCXDVN (2007) [7]; los valores adoptado de los estudios en el Ecuador da valores de: 2220, 1816 y 1690 veh, con promedio de 1909 veh; esto significa que las 2523 motos indicadas en el TPDA representan 1909 vehículos.

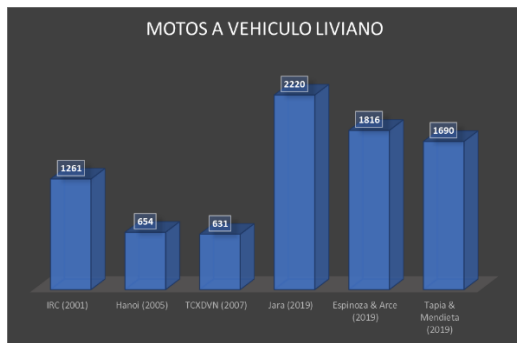


Figura 20. Presencia de agentes de control de tránsito

A través de Google forms [18] se ha realizado un estudio de la percepción que tienen los conductores tanto de vehículos y motocicletas, donde se considera a la cantidad de vehículos livianos como la principal causa de la congestión vehicular.

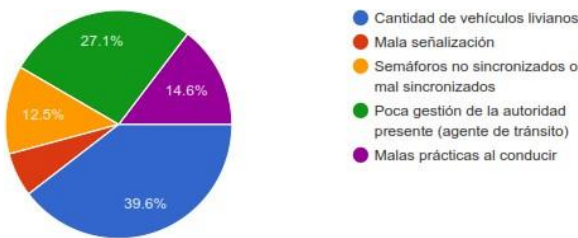


Figura 21. Congestión vehicular percibida por conductores de vehículos livianos y pesados

Por su parte los choferes de motocicletas lo atribuyen a la poca gestión de la autoridad de tránsito.

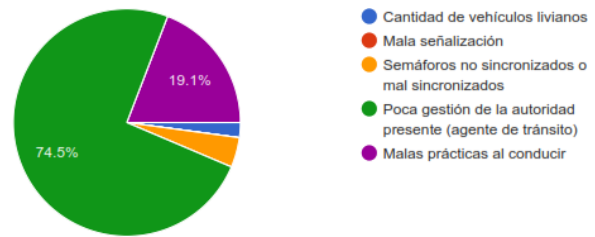


Figura 22. Presencia de agentes de control de tránsito

Estas dos posturas se relacionan con los estudios realizados, en primer lugar, el estudio del tránsito muestra que la presencia de vehículos livianos es superior a los otros tipos de automotores, seguidos de las motocicletas; por otro lado, durante la semana de registros y conteo vehicular de observo muy poca presencia de agentes de control de tránsito siento estos tanto solo 2 en la mañana y únicamente durante la hora pico.

La apreciación de los conductores es que los tiempos de traslados en la intersección aumentan entre 5 a 10 minutos para un 56.3 % de ellos; mientras que para el 37.5% de ellos es tan solo de 1 a 5 minutos

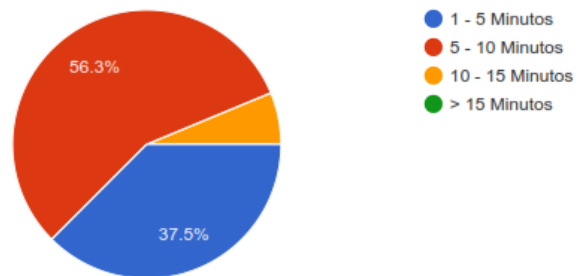


Figura 23. Tiempos aumento en traslados por la presencia de motos.

El día que se considera como el de mayor congestión vehicular tanto para choferes de motos como de vehículos livianos y pesados, es el día sábado, esto también esta de acuerdo al TPDA donde se registran los mayores índices de vehículos con un conteo diario de 16699 vehículos livianos y 3229 motocicletas.

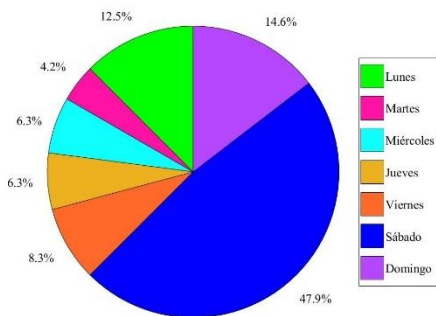


Figura 24. Día de mayor congestión vehicular según vehículos livianos y pesados.

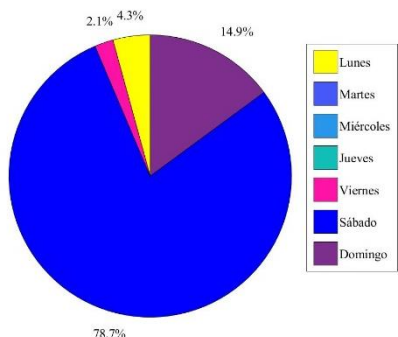


Figura 25. Día de mayor congestión vehicular según motociclistas

En este día la densidad vehicular pasa de 86 veh/km/carril a 119 veh/km/carril con el TPDA normal y hasta 136 veh/km/carril con el TPDA modificado.

Del estudio realizado se indica que el 40.4% de los conductores en motocicleta solo transita de 1 a 2 veces al día por la intersección mientras que un 10.6% lo llega a hacer en un numero mayor a las 14 veces.

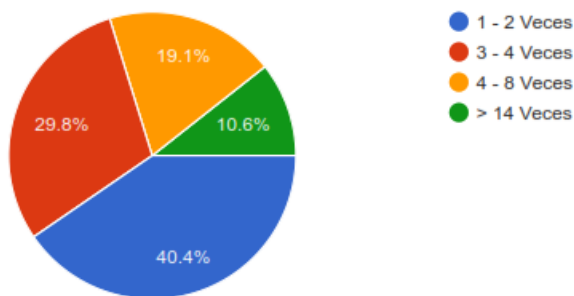


Figura 26. Frecuencia de uso de la intersección por parte de motociclistas.

Del estudio realizado se indica que el 50% de los conductores de vehículos livianos y pesados solo transita de 1 a 2 veces al día por la intersección mientras que un 18.8% lo llega a hacer en un número de 4 a 8 veces diarias.

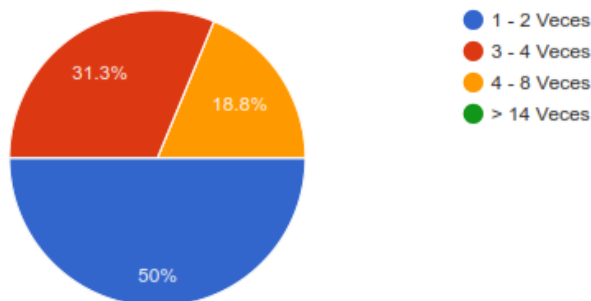


Figura 27. Frecuencia de uso de la intersección por parte de vehículos livianos y pesados

En el caso de las motocicletas el tiempo de uso de que se le da a este medio de transporte es muy variado pues un 10.6% los utilizan entre 6 a 12 horas diarias, valores relacionados con el 27.7% de conductores que lo utilizara para trabajo, como se indica en la figura 29.

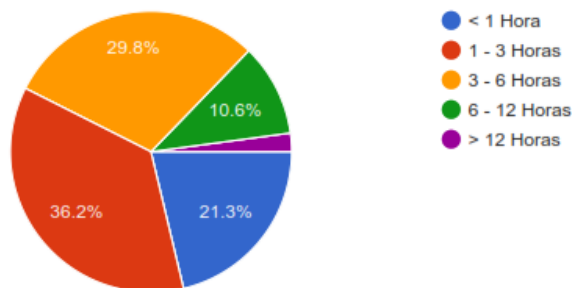


Figura 28. Frecuencia de uso de la intersección por parte de vehículos livianos y pesados.

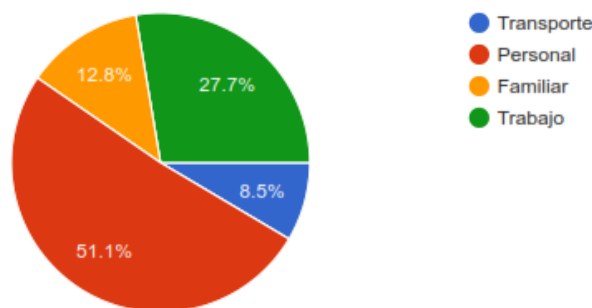


Figura 29. Uso que se da al vehículo de transporte.

4 Conclusiones

Considerando el espacio efectivo que utiliza un medio de transporte y el factor equivalente, la presencia de motos aumenta significativamente la congestión en la intersección; eso debido a que prácticamente se tiene un uso del espacio de 1 moto por vehículo liviano.

La velocidad promedio para el tramo de estudio se consideró en 35 km/h con lo cual se tiene una densidad por carril de 99 veh/km/carril, que, considerando el espacio utilizado por vehículo liviano de 5 m, se requiere al menos 245 metros de longitud en la vía para cubrir la demanda de espacio en la intersección.

Las relaciones entre las encuestas realizadas a conductores de vehículos livianos y pesados, así como a los de motocicletas, muestran que su percepción de la congestión esta directamente relacionada con el conteo y la estimación del TPDA en la intersección.

El día sábado, día de mayor congestión vehicular percibido por los conductores y demostrado en el conteo, se relaciona directamente a que este día no esta activado el pico y placa.

No existe una relación directa entre los accidentes de transito relacionados a motocicletas y la congestión vehicular en la zona, puestos estos no son eventos recurrentes en la zona.

Referencias

- [1] S. Navarro, Ingeniería de Transito, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.
- [2] MTOP, «Certificado de Operación Regular,» 20 agosto 2023. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/STT_Certificados-de-Operacion-Regular-y-Especial.pdf.
- [3] R. Gómez, Ingeniería de Tráfico, Cochabamba: Universidad Mayor San Simon, 2004.
- [4] Y. Loaiza, «Quito es la ciudad con mayor congestión vehicular de Ecuador y la tercera en Sudamérica,» Infobae, Quito, 2023.
- [5] Redacción El Universo , «Crecimiento del mercado de motos en Ecuador impulsa la llegada de nuevos modelos y campañas enfocadas en turismo de carretera,» El Universo, Quito, 2023.
- [6] R. Parra y D. Vega, «Caracterización de la intensidad media diaria y de los perfiles horarios del tráfico vehicular del Distrito Metropolitano de Quito,» *Avances en Ciencias e Ingenierías*, vol. 6, n° 2, pp. 40-45, 2014.
- [7] Y. Yarce, «Método para hallar el factor de equivalencia vehicular a motocicletas Aplicación en la ciudad de Medellín.,» 2015. [En línea].
- [8] J. Muñoz, «Determinación de factores de conversión de motocicletas a autos livianos en los municipios de Floridablanca, Girón y Piedecuesta, (Tesis de Grado),» 2021. [En línea]. Available: <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/356fa3c2-1a8f-4ea0-aec5-14b9b8875b7b/content>.
- [9] M. Palacios, «Determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente (VLE) para calles urbanas en la ciudad de Cuenca - Ecuador.,» 2019. [En línea]. Available: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9410/1/15047.pdf>.
- [10] M. Andrade y G. Díaz, «Determinación del Factor de Vehículo Liviano

- Equivalente (VLE) para intersecciones semafóricas relevantes en la ciudad de Cuenca - Ecuador,» 2019. [En línea]. Available:
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8922/1/14570.pdf>.
- [11] D. Cabrera y D. Mendieta, «Determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente (VLE) para intersecciones con rotonda en la ciudad de Cuenca - Ecuador,» 2019. [En línea]. Available:
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9409/1/15046.pdf>.
- [12] N. Gualotuña y A. Quishpe, «Análisis de tráfico y propuesta de mejoramiento de la movilidad vehicular en la intersección Av. Cardenal de la Torre y Av. Ajaví,» 2022. [En línea].
- [13] Agencia Metropolitana de Tránsito , «Anuario de siniestralidad vial de Quito.,» Secretaría de comunicación de Quito, Quito, 2020.
- [14] Alcaldía de Quito, «Quito Informa,» 19 mayo 2023. [En línea]. Available:
<https://www.quitoinforma.gob.ec/2023/05/19/como-funciona-el-tiempo-semaforico/>.
- [15] INEN, Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal, Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.
- [16] Agencia Metropolitana de Transito , «AMT Quito,» 2024. [En línea]. Available:
<https://www.amt.gob.ec/index.php/inicio-amt/quienes-somos/>.
- [17] INEN, Señalización vial. Parte 1, Señalización Vertical, Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.
- [18] *Google Forms*, Quito, 2024.