

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Tesis:**

**“ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR DE LA AVENIDA SAN MARTÍN DE PORRES, UBICADA ENTRE LA AVENIDA ATAHUALPA Y LA AVENIDA ARGENTINA, APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2000.”**

**Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO CIVIL**

**Presentado por la bachiller:  
María Del Rosario Alcántara Quispe**

**Asesor:  
M. en I. Héctor Albarino Pérez Loayza**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2018**

**Copyright © 2018**

**By María del Rosario Alcántara Quispe**

**Todos los derechos reservados**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor el M. en I. Héctor Albarino Pérez Loayza por su constante apoyo, paciencia y dedicación durante el proceso de desarrollo de la presente tesis.

A la plana docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, de manera especial a los miembros de mi jurado conformado por el M. Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay, Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro y el Ing. José Benjamín Torres Tafur quienes con su experiencia colaboraron con el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos con quienes compartimos cada una de las cátedras impartidas en la Universidad Nacional de Cajamarca.

## **DEDICATORIA**

*A Dios*

Por brindarme sabiduría y fortalecer mi corazón y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

*A mis padres Germán y Teresa*

Por darme la vida y ser el pilar fundamental de mi familia, quienes con sus ejemplos supieron guiarme en el camino de los valores de la perseverancia y la humildad.

*A Airton y Steve*

Por brindarme su cariño y compañía incondicional, por ser mi fortaleza y motivación para ser mejor cada día.

*A mis hermanas Rocío y Betty*

Por su comprensión y motivación constante.

María del Rosario Alcántara Quispe

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.1.1. Contextualización.....	2
1.1.2. Descripción del problema .....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Hipótesis .....	3
1.3.1. Hipótesis general.....	3
1.3.2. Variables de estudio .....	4
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.5. Delimitación de la investigación .....	5
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1. Objetivo general.....	5
1.6.2. Objetivos específicos .....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	7
2.1.3. Antecedentes locales .....	8
2.2. Bases teóricas .....	9
2.2.1. Ingeniería de tránsito:.....	9
2.2.2. Elementos básicos de la ingeniería de tránsito:.....	9
2.2.3. Parámetros básicos de flujo vehicular.....	17
2.2.4. Capacidad vehicular .....	20
2.2.5. Conceptos de calidad y nivel de servicio .....	21
2.2.6. Criterios para evaluar el nivel de servicio vehicular en segmentos de calles urbanas.....	23

2.2.7. Limitaciones de la metodología .....	25
2.2.8. Metodología para el análisis de segmentos de calles urbanas.....	25
2.2.9. Definición de términos básicos .....	34
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
3.1. Ubicación geográfica:.....	37
3.2. Periodo de estudio .....	38
3.3. Materiales utilizados en la obtención de datos de campo.....	38
3.4. Procedimiento.....	39
3.5. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados .....	39
3.5.1. Paso 1: Datos de entrada .....	40
3.5.2. Paso 2: Cálculo del tiempo en movimiento.....	51
3.5.3. Paso 3: Cálculo del tiempo de propagación vehicular .....	53
3.5.4. Paso 4: Cálculo de la velocidad de desplazamiento.....	54
3.5.5. Paso 5: Cálculo del nivel de servicio .....	55
3.5.6. Cálculo del índice de congestión.....	55
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
4.1. Análisis y discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del nivel de servicio vehicular.....	57
4.1.1. Características geométricas de la vía .....	57
4.1.2. Composición y flujo vehicular .....	57
4.1.3. Características del tráfico.....	58
4.1.4. Nivel de servicio .....	59
4.2. Contratación de la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación ...	60
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>
Anexo 1.....	69
Anexo 2.....	75
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>81</b>
Apéndice 1 .....	82
Apéndice 2.....	84
Apéndice 3.....	108
Apéndice 4.....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2. 1: Datos de entrada.....	25
Tabla N° 2. 2: Factor de ajuste para sección transversal .....	29
Tabla N° 2. 3: Factor de ajuste para puntos de acceso .....	29
Tabla N° 2. 4: Demora debido a los vehículos de giro.....	31
Tabla N° 2. 5: Niveles de servicio (LOS) para segmentos urbanos .....	34
Tabla N° 3. 1: Dimensiones de los separadores centrales .....	40
Tabla N° 3. 2: Características de los segmentos.....	41
Tabla N° 3. 3: Composición vehicular semanal total del tramo de vía estudiado la vía	41
Tabla N° 3. 4: Composición del tráfico semanal del segmento I .....	42
Tabla N° 3. 5: Composición del tráfico semanal del segmento II.....	44
Tabla N° 3. 6: Resumen del aforo vehicular semanal del segmento I y II .....	45
Tabla N° 3. 7: Resumen del aforo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento I.....	46
Tabla N° 3. 8: Resumen del aforo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento II. ....	47
Tabla N° 3. 9: Parámetros del tráfico para cada segmento.....	50
Tabla N° 3. 10: Elementos de entrada para ambos segmentos .....	51
Tabla N° 3. 11: Valores de velocidad de flujo libre base, velocidad constante, factor de ajuste para sección transversal y puntos de acceso, para cada segmento. ....	52
Tabla N° 3. 12: Valores del tiempo en movimiento obtenidos para cada segmento. ....	53
Tabla N° 3. 13: Tiempo de propagación vehicular para cada segmento .....	54
Tabla N° 3. 14: Velocidad de desplazamiento para cada segmento .....	55
Tabla N° 3. 15: Relación porcentual entre la velocidad de desplazamiento y velocidad de flujo base, y relación entre volumen y capacidad de cada segmento .....	55
Tabla N° 3. 16: Índice de congestión para cada segmento.....	55
Tabla N° A. 1: Anchos de carriles.....	70
Tabla N° A. 2: Bombeo de Calzada .....	70
Tabla N° A. 3: Parámetros considerados para la clasificación vial.....	71
Tabla N° A. 4: Conteo de tráfico vehicular: Resumen del 31 de marzo al 06 de abril del 2008 (ida y vuelta).....	72
Tabla N° A. 5: Conteo de tráfico vehicular de ida: Lunes 31 de marzo 2008.....	73
Tabla N° A. 6: Conteo de tráfico vehicular de vuelta: Lunes 31 de marzo 2008.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2. 1: Trimoto, vehículo de la categoría L5.....	10
Figura N° 2. 2: Automóvil o Taxi, vehículo de la categoría M1 .....	11
Figura N° 2. 3: Ómnibus, minibús y microbús, vehículos de las categorías M2 y M3. 11	
Figura N° 2. 4: Camiones y cisternas, vehículos de las categorías N1, N2 y N3.....	12
Figura N° 2. 5: Remolque, vehículo de la categoría O.....	12
Figura N° 2. 6: Elementos de una vía.....	14
Figura N° 2. 7: Vista del trébol de Av. Javier Prado y Av. Paseo de la República, Lima - Perú.....	15
Figura N° 2. 8: Jr. Tacna, Lima - Perú .....	15
Figura N° 2. 9: Jr. José Sabogal, Cajamarca – Perú. ....	16
Figura N° 2. 10: Esquema representativo de vía colectora.....	17
Figura N° 2. 11: Límites del segmento en análisis .....	23
Figura N° 3. 1: Mapa departamental, provincial y distrital de Cajamarca. ....	37
Figura N° 3. 2: Ubicación del tramo de la Av. San Martín de Porres estudiado.....	38
Figura N° 3. 3: Resumen de los pasos realizados para la evaluación del nivel de servicio vehicular del tramo de vía estudiado aplicando la metodología del HCM.....	39
Figura N° 3. 4: Porcentaje de participación según el tipo de vehículos en toda la vía... 42	
Figura N° 3. 5: Porcentaje de participación según el tipo de vehículo para el segmento I .....	43
Figura N° 3. 6: Porcentaje de participación según el tipo de vehículo para el segmento II .....	45
Figura N° 3. 7: Flujo vehicular semanal para el segmento I y II.....	46
Figura N° 3. 8: Flujo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento I 49	
Figura N° 3. 9: Flujo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento II 49	

## RESUMEN

En la presente investigación el tramo de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Atahualpa y la avenida Argentina está constituido de pavimento rígido y aceras de concreto, además consta de dos calzadas de circulación separados por una berma central. Para determinar el nivel de servicio vehicular se aplicó el capítulo 17: Segmentos de calles urbanas del HCM 2010 (versión actualizada de la metodología del HCM 2000). Para realizar el análisis del nivel de servicio se dividió la vía en segmentos teniendo en cuenta el sentido de circulación vehicular, obteniendo el segmento I (circulación vehicular de la Av. Atahualpa hacia la Av. Argentina) y el segmento II (circulación vehicular de la Av. Argentina hacia la Av. Atahualpa). Se realizó un aforo diario desde las 7:00 am hasta las 8:00 pm en intervalos de 15 minutos, por una semana, determinándose que para ambos segmentos el día de mayor volumen vehicular es el día lunes y la hora de mayor volumen vehicular está comprendida entre las 6:30 pm a 7:30pm para el segmento I y entre las 6:00 pm a 7:00 pm para el segmento II; así mismo el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular es de 6:45 pm a 7:00 pm. El volumen correspondiente a los 15 minutos de máxima demanda, desde las 6:45 pm hasta 7:00 pm, es de 400 vehículos para el segmento I y de 339 vehículos para el segmento II. El volumen de la hora de máxima de manda es de 1231 vehículos para el segmento I (6:30 pm a 7:30 pm) y de 1240 vehículos para el segmento II (6:00 pm a 7:00 pm). Posteriormente mediante la aplicación de las ecuaciones que el método establece se calculó la velocidad de flujo libre base y la velocidad de desplazamiento, obteniéndose que la velocidad de flujo libre base es de 41.15 mi/h (66.22 km/h) para el segmento I y 41.20 mi/h (66.31 km/h) para el segmento II. Así mismo la velocidad de desplazamiento es de 14.68 mi/h (23.62 km/h) para el segmento I y de 11.69 mi/h (18.81 km/h) para el segmento II. Luego se calculó la relación porcentual entre la velocidad de flujo base y la velocidad de desplazamiento para determinar el nivel de servicio. El tramo de la Av. San Martín, ubicado entre la Av. Atahualpa y Av. Argentina posee un nivel de servicio variable debido a que el segmento I posee un nivel de servicio E y el segmento II un nivel de servicio F, además la capacidad vehicular del segmento I es de 1600 veh/h y del segmento II es de 1356 veh/h.

Palabras clave: Capacidad vehicular, nivel de servicio, velocidad de flujo libre base y velocidad de recorrido.

## ABSTRACT

In the present investigation, the section of San Martin de Porres avenue, located between Atahualpa Avenue and Argentina Avenue, is made up of rigid pavement and concrete sidewalks, and it also has two circulation roads separated by a central berm. To determine the level of vehicular service, chapter 17 was applied: Segments of urban streets of the HCM 2010 (updated version of the HCM 2000 methodology). To perform the analysis of the level of service, the route was divided into segments taking into account the sense of vehicular circulation, obtaining segment I (vehicular circulation of Av. Atahualpa towards Av. Argentina) and segment II (vehicular circulation of Av. Argentina towards Av. Atahualpa). am until 8:00 p.m. in 15-minute intervals, for a week, determining that for both segments the day with the highest vehicular volume is Monday and the hour with the highest vehicular volume is between 6:30 p.m. to 7 p.m. 30pm for segment I and between 6:00 pm to 7:00 pm for segment II, likewise the 15 minute interval with the highest vehicular volume is from 6:45 pm to 7:00 pm. 15 minutes of maximum demand, from From 6:45 p.m. until 7:00 p.m., there are 400 vehicles for segment I and 339 vehicles for segment II. The volume of the maximum command time is 1231 vehicles for segment I (6:30 pm to 7:30 pm) and 1240 vehicles for segment II (6:00 pm to 7:00 pm). Subsequently, by applying the equations that the method establishes, the base free flow velocity and the displacement velocity were calculated, obtaining that the base free flow velocity is 41.15 mi / h (66.22 km / h) for segment I and 41.20 mi / h (66.31 km / h) for segment II. Likewise, the displacement speed is 14.68 mi / h (23.62 km / h) for segment I and 11.69 mi / h (18.81 km / h) for segment II. Then the percentage relationship between the base flow velocity and the displacement velocity was calculated to determine the level of service. The San Martin Avenue section, located between Av. Atahualpa and Av. Argentina, has a variable service level because segment I has a level of service E and segment II has a level of service F, plus the capacity vehicular segment I is 1600 veh / h and segment II is 1356 veh / h.

Keywords: Vehicle capacity, service level, base free flow speed and travel speed.

# **CAPÍTULO I**

---

## **INTRODUCCIÓN**

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

#### **1.1.1. Contextualización**

América Latina ha experimentado un acelerado proceso de cambios en las últimas décadas. Pequeñas ciudades se han convertido en metrópolis y urbes más grandes han pasado a ser megalópolis. Sin embargo, los servicios públicos y los presupuestos para el mantenimiento y desarrollo de infraestructura no siempre han acompañado ese crecimiento, sino que han quedado rezagados en detrimento de la calidad de vida de los ciudadanos. (Miquilena 2011)

El fuerte crecimiento de las principales urbes ha tenido un impacto importante en los sistemas viales, la congestión vehicular, el estado del transporte, los servicios públicos y los índices de accidentes. Las estimaciones demográficas describen un crecimiento aún mayor para las próximas décadas. Se calcula que en 2020 habrá 90 millones de habitantes adicionales en los principales centros urbanos latinoamericanos. (Miquilena 2011)

El Perú es un país de ciudades que se encuentran en distintas fases de crecimiento y que enfrentan diferentes retos acordes a su geografía y a sus actividades económicas principales. Sin embargo, un problema común a todas las ciudades peruanas es la falta de un adecuado sistema de transporte que facilite los desplazamientos de personas y bienes. Las políticas públicas, reflejadas en la gestión del transporte y obras, junto a las demandas ciudadanas, en particular de los conductores de vehículos, han estado orientadas a favorecer al auto privado y no a plantear soluciones que se centren en la movilidad sostenible como eje de desarrollo para ofrecer distintas formas de movilizarse que prioricen, sobre todo, al transporte público y también al peatón y al ciclista. (Alegre 2016)

#### **1.1.2. Descripción del problema**

En los últimos doce meses (marzo 2017 - marzo 2018), el índice nacional del flujo vehicular se expandió en 4,4%, debido a que el tráfico de vehículos ligeros y pesados en las unidades de peaje, aumentó en 15,5%, respecto a abril del 2017, debido al mayor flujo de vehículos pesados, que se incrementó en 13,1. Asimismo, el flujo de vehículos ligeros se elevó en 17,3%. (INEI 2018).

De igual modo, el flujo vehicular en marzo del 2018 (33 971 vehículos) para el departamento de Cajamarca ha aumentado en un 33% respecto a marzo del 2017 (25 559 vehículos), esto se explica debido al aumento del 30% del flujo de vehículos pesados y al aumento del 38% del flujo de vehículos livianos. (INEI 2018)

La población del departamento de Cajamarca para el año 2017 (1, 537,200 habitantes, CPI 2017) ha aumentado en un 2% respecto a la población del 2010 (1,500,584 habitantes, INEI 2010). Esto se debe al aumento de las diferentes actividades socioeconómicas que se desarrollan en las diferentes provincias del departamento.

El aumento de la población trae como consecuencia el aumento del volumen vehicular, lo que a su vez genera problemas en infraestructura de transporte diseñados inicialmente para volúmenes vehiculares menores a los actuales. Considerando esta realidad, se ha elegido como punto de estudio el tramo de la Avenida San Martín de Porres ubicado entre la Avenida Atahualpa y la Avenida Argentina, lugar donde actualmente la concurrencia vehicular ha aumentado, debido a que la avenida San Martín de Porres es una vía de acceso a empresas de transporte interprovincial, a tiendas comerciales, centros educativos, a otros centro poblados y sobre todo al nuevo Hospital Regional de Cajamarca; originando mayores tiempos de viaje, congestiones, accidentes y perturbación; tanto para los habitantes de estas zonas, como para el mismo transporte público y para aquellos que confluyen ocasional o constantemente a este sector.

## **1.2. Formulación del problema**

El problema de investigación antes mencionado se puede resumir con la siguiente interrogante:

¿Cuál es el nivel de servicio y la capacidad vehicular de la Avenida San Martín de Porres, en el tramo ubicado entre la Avenida Atahualpa y la Avenida Argentina?

## **1.3. Hipótesis**

### **1.3.1. Hipótesis general**

El nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Atahualpa y la avenida Argentina, es C.

### **1.3.2. Variables de estudio**

#### **a. Variables dependientes**

- Capacidad vehicular
- Nivel de servicio vehicular

#### **b. Variables independientes**

- Flujo vehicular
- Tiempo en movimiento
- Tiempo de propagación vehicular
- Velocidad de flujo libre base
- Velocidad de desplazamiento

### **1.4. Justificación de la investigación**

Los estudios de tráfico son la herramienta fundamental para el planeamiento y mejoramiento de una vía, debido a que éstos nos brindan los datos necesarios para el dimensionamiento, definición geométrica en planta y sección de la misma y evaluación de la calidad del servicio con las que funcionan las vías, razón por la cual es necesario que la ciudad de Cajamarca cuente con registros de estudios de tráfico de las diferentes vías existentes, que ayuden en el futuro, en primer lugar, a reordenar el tráfico y, en segundo lugar, a planificar de manera eficiente el trazado de futuras vías dentro y fuera de la ciudad; de tal manera que el tránsito sea más fluido y así evitar congestionamientos vehiculares y accidentes.

Es necesario indicar que el presente trabajo de investigación se ha desarrollado teniendo en cuenta el HCM 2010 (versión actualizada del HCM 2000) puesto que este permite obtener resultados más precisos luego de analizar las infraestructuras viarias para comprobar su correcto diseño, calculando la capacidad y el nivel de servicio de vías de todo tipo.

La presente investigación ayudará a determinar el nivel de servicio, la capacidad vehicular de la Avenida San Martín de Porres, ubicada entre la Avenida Atahualpa y la Avenida Argentina.

## **1.5. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se ha realizado en la Av. San Martín de Porres, en el tramo ubicado entre la Av. Atahualpa y la Av. Argentina. Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta los aforos diarios de 13 horas de duración (7:00 am – 8:00 pm) por 7 días (desde el 19 de junio del 2018 hasta el 25 de junio del 2018).

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de servicio y la capacidad vehicular de la Avenida San Martín de Porres, ubicada entre la Av. Atahualpa y la Av. Argentina.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características geométricas del tramo de vía estudiado.
- Determinar el volumen vehicular de la hora de máxima demanda vehicular y de los 15 minutos de máxima demanda.
- Determinar la velocidad de flujo libre base y la velocidad de desplazamiento.
- Determinar el tiempo en movimiento de cada segmento.
- Determinar la composición del tráfico.

## **CAPÍTULO II**

---

MARCO TEÓRICO

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Palma (2009, P. 51,52)**, en su tesis profesional realizó la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles de la ciudad de Guatemala aplicando la Metodología del HCM 2000. En este trabajo se concluye que para realizar el análisis operacional de una carretera debe de usarse los volúmenes vehiculares correspondientes a la hora de máxima demanda vehicular. Así mismo, indica que las condiciones geométricas afectan el nivel de servicio de la misma puesto que si la pendiente es muy pronunciada la demora se incrementa.

**Martínez, A. (2013, P. 138)**, en su tesis profesional realizó el estudio de tránsito para la ampliación de la carretera La Cartonera – Yecapixtla. En esta investigación concluye que los estudios de tránsito son necesarios para el diseño de carreteras debido a que éstos permiten determinar las condiciones actuales de operación. Así mismo, concluye que los estudios de ingeniería de tránsito permiten determinar los tramos críticos de una carretera que han sobrepasado su capacidad vehicular brindando un nivel de servicio muy bajo.

**Martínez, D. (2014, P. 40)**, en su tesis profesional realizó el análisis de la capacidad y nivel de servicio de la vía Loja – Vilcabamba aplicando la metodología del HCM 2000. En esta investigación concluye que si el índice de crecimiento poblacional y turístico, en ésta ciudad, sigue en aumento el flujo vehicular aumente ocasionando que la vía pase de un nivel C a un nivel D.

**Sabando (2017, P. 90)**, en su tesis profesional determinó el nivel de servicio del eje vial urbano Fermín Vivaceta, Santiago de Chile. En esta investigación concluye que es posible evaluar el nivel de servicio de una instalación vial urbana aplicando procedimientos y técnicas basadas en medidas de desempeño como son la velocidad de recorrido y la demora en intersecciones semaforizadas.

#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

**Molleapaza (2016, P 218, 219)**, en su tesis profesional realizó el análisis vial de los jirones San Román y Mariano Núñez de la ciudad de Juliaca. En esta investigación concluye que el problema de saturación se ha incrementado por la mala ubicación del

centro comercial Real Plaza y que el desvío de las mototaxis brinda una mejora significativa en cuanto a la demora en las intersecciones. Así mismo establece que el comercio juega un papel muy importante en la reducción de niveles de servicio ya que la concurrencia vehicular es mayor en zonas con comercio elevado.

**Soto (2017, P. 281, 282)**, en su tesis profesional aplicó la metodología del HCM 2000 para realizar el análisis y planificación vial del tránsito vehicular de la ciudad de Juliaca. En esta investigación se concluye que el alto porcentaje de vehículos menores (moto taxi) tiene incidencia directa en los factores que caracterizan el tráfico ocasionando reducciones de capacidad y nivel de servicio.

**Nina (2017, P. 145)**, en su tesis profesional realiza el análisis de las principales intersecciones del Jr. Mariano Núñez de la ciudad de Juliaca. En esta investigación concluye que los conteos manuales de tráfico son los más efectivos en un estudio de tráfico vehicular debido a que nos proporcionan información sobre la composición de los volúmenes de tráfico.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Angaspilco (2014, P. 105, 106)**, en su tesis profesional determinó el nivel de serviciabilidad en las avenidas; Atahualpa, Juan XXIII, Independencia, De Los Héroes Y San Martín de la ciudad de Cajamarca. En esta investigación aplicó la metodología del HCM 2000 para la evaluación del nivel de servicio del tramo de la Av. San Martín delimitado por el Psje. Cumbe Mayo y la Plazuela Bolognesi y concluye que éste posee un nivel de servicio tipo C y que el intervalo horario con mayor volumen horario es entre las 6:00 pm a 7:30 pm.

**Díaz (2014, P. 42 - 70)**, en su tesis profesional realizó la evaluación del tránsito vehicular del sector Nuevo Cajamarca. En esta investigación indica que, para las Av. Tahuantinsuyo, Av. La Paz, Av. Héroes del Cenepa y la Av. Nuevo Cajamarca, las mototaxis representan respectivamente el 57%, 58%, 53% y 43% del flujo vehicular total de cada avenida.

**Sánchez (2018, P. 76, 77)**, en su tesis profesional realizó el estudio de las patologías del pavimento rígido de la Av. San Martín De Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los Geranios, de la ciudad de Cajamarca. En esta investigación indica que el volumen vehicular de la Av. San Martín no difiere al de su diseño. De igual modo concluye que el

pavimento presenta fallas del tipo funcional las cuales afectan la comodidad de circulación vehicular y que el día de mayor volumen vehicular es el día lunes.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Ingeniería de tránsito:**

La ingeniería de tránsito es una rama de la ingeniería civil que se encarga de la planificación y diseño de las diferentes redes de carreteras, calles y autopistas; y su relación con los diferentes medios de transporte con la finalidad garantizar una eficiente circulación de éstos. (Gómez, 2006)

### **2.2.2. Elementos básicos de la ingeniería de tránsito:**

Los tres elementos básicos que componen la ingeniería de tránsito son: el usuario (peatones y conductores), el vehículo y la vía (vías urbanas y carreteras). (Mayor - Reyes y Cárdenas 1994)

#### **A. El usuario:**

Los seres humanos, peatones y conductores, deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de ser controlados y guiados de manera apropiada.

#### **A.1. Peatón:**

Un peatón es la persona que transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones a las personas que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o a las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas. (Los peatones s. f.)

#### **A.2. Conductor:**

Es la persona encargada de conducir un vehículo de motor para el transporte de personas, animales y otros. (Gómez 2004)

#### **B. El vehículo:**

El vehículo es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro de personas o cosas. (Tapia 2006)

## B.1. Clasificación vehicular:

El ítem B.1. ha sido tomado del Reglamento Nacional de Vehículos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) 2003, P. 54,55).

Teniendo en cuenta el DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC, el cual establece los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, transiten, operen y retiren del Sistema Nacional de Transporte Terrestre, los cuales están orientadas a la protección y seguridad de las personas, medio ambiente y resguardo de la infraestructura vial.

La clasificación vehicular establecida en el decreto antes mencionado es:

➤ **Categoría L:** Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

**L1:** Vehículos de 2 ruedas, de hasta 50 cm<sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h.

**L2:** Vehículos de 3 ruedas, de hasta 50 cm<sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h.

**L3:** Vehículos de 2 ruedas, de más de 50 cm<sup>3</sup> o velocidad mayor a 50 km/h.

**L4:** Vehículos de 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm<sup>3</sup> o una velocidad mayor de 50 km/h.

**L5:** Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm<sup>3</sup> o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no excedan de una tonelada.

**Figura N° 2. 1:** Trimoto, vehículo de la categoría L5

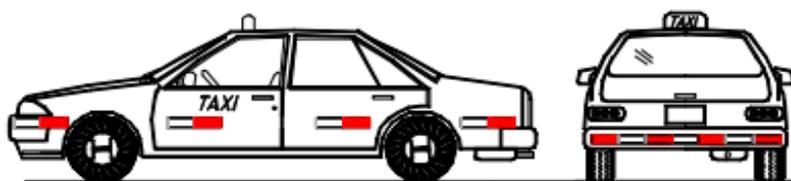


**Fuente:** Tomado del Reglamento Nacional de Vehículos del MTC 2003, P. 71

➤ **Categoría M:** Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

**M1:** Vehículos de 8 asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

**Figura N° 2. 2:** Automóvil o Taxi, vehículo de la categoría M1

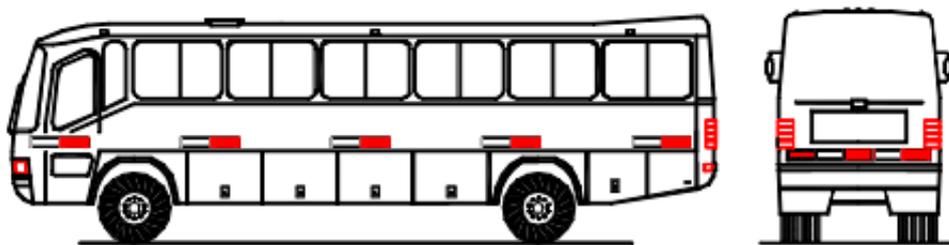


**Fuente:** Tomado del Reglamento Nacional de Vehículos del MTC 2003, P. 71

**M2:** Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

**M3:** Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

**Figura N° 2. 3:** Ómnibus, minibus y microbús, vehículos de las categorías M2 y M3.



**Fuente:** Tomado del Reglamento Nacional de Vehículos del MTC 2003, P. 72

Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:

**Clase I:** Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos

**Clase II:** Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.

**Clase III:** Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

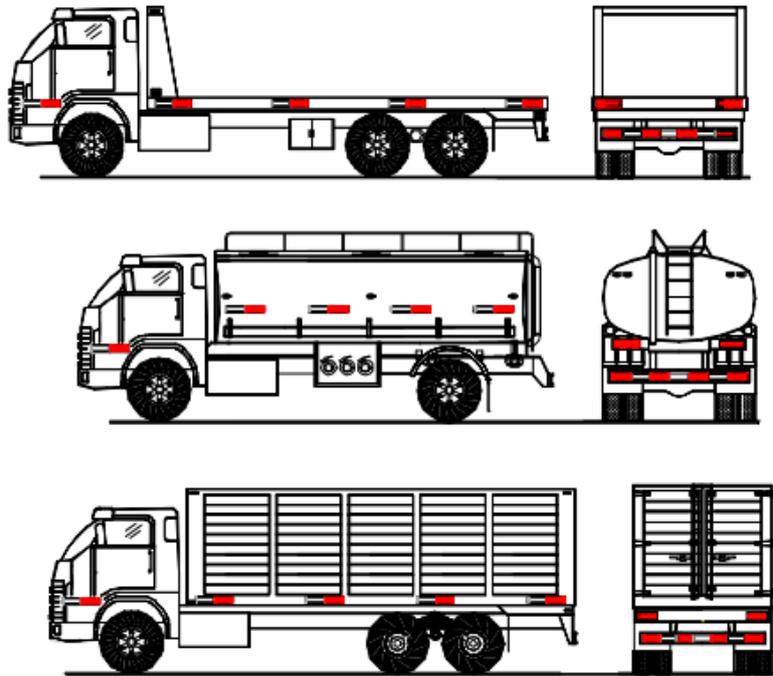
➤ **Categoría N:** Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.

N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.

N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

**Figura N° 2. 4:** Camiones y cisternas, vehículos de las categorías N1, N2 y N3.



**Fuente:** Tomado del Reglamento Nacional de Vehículos del MTC 2003, P. 72

➤ **Categoría O:** Remolques (incluidos semirremolques).

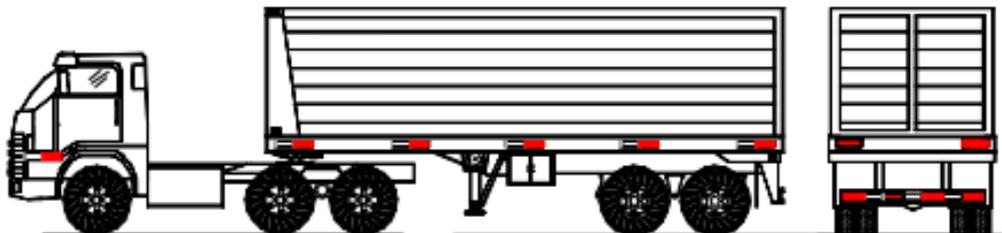
**O1:** Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.

**O2:** Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.

**O3:** Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.

**O4:** Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

**Figura N° 2. 5:** Remolque, vehículo de la categoría O.



**Fuente:** Tomado del Reglamento Nacional de Vehículos del MTC 2003, P. 72

## COMBINACIONES ESPECIALES

➤ **S:** Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:

**SA:** Casas rodantes

**SB:** Vehículos blindados para el transporte de valores

**SC:** Ambulancias

**SD:** Vehículos funerarios

Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Un vehículo de la categoría N1 convertido en ambulancia será designado como N1SC.

### C. La vía:

Es una infraestructura de transporte acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo. (Cárdenas, 1994)

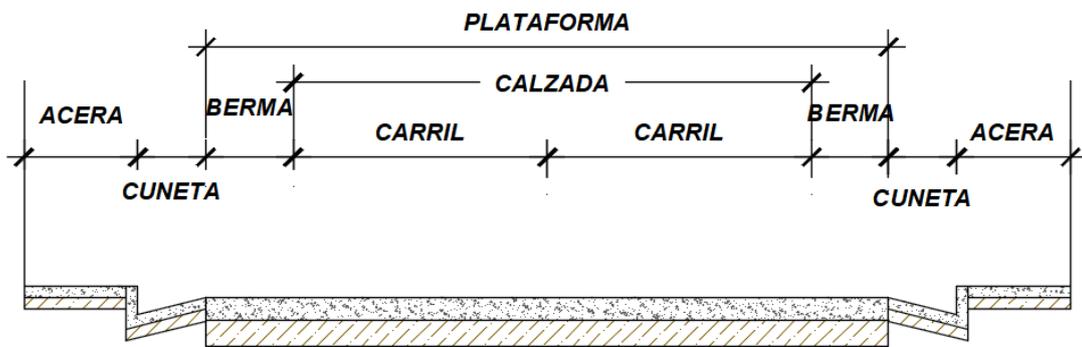
#### C.1.Elementos de la vía:

El ítem C.1. ha sido tomado de La vía, 2012.

- **Calzada o superficie de rodamiento:** Es aquella faja acondicionada especialmente para el tránsito de los vehículos.
- **Carril:** Es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.
- **Acotamientos o bermas:** Es la franja longitudinal pavimentada o afirmada, contigua a la calzada, no destinada al uso de automóviles a no ser en circunstancias especiales.
- **Plataforma:** Es la zona de la vía formada por calzada y bermas dedicada al uso de vehículos.
- **Cunetas:** Van paralelamente a los acotamientos, destinadas a facilitar el drenaje superficie longitudinal de la carretera.
- **Drenaje transversal:** Está formado por las alcantarillas y estructuras mayores por ejemplo los puentes, que permitan que el agua cruce de un lado a otro de la carretera sin invadir su superficie.

- **Rasante:** Como eje, es la proyección vertical del desarrollo del eje real de la superficie de rodamiento de la carretera.
- **Subrasante:** Es la superficie de terreno especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento
- **Pavimento:** Es la superficie especialmente tratada con materiales perdurables y que permitan un tránsito rápido, eficiente y sin polvo.

**Figura N° 2. 6:** Elementos de una vía



**Fuente:** Tomado de La vía 2012, P. 5.

## C.2. Clases de vía:

El ítem C.2. ha sido obtenido del Manual de diseño de vías urbanas del ICG.

### - Vías expresas:

Las vías expresas son vías cuyas longitudes varían de 4 a 10 km. Estas vías establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. Sirven para viajes largos entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y el área central.

**Figura N° 2. 7:** Vista del trébol de Av. Javier Prado y Av. Paseo de la República, Lima  
- Perú



**Fuente:** Tomado de la galería fotográfica de Carlopeto's Stamps s. f.

- **Vías arteriales:**

Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido. El término Vía Arterial no equivale al de Avenida, sin embargo, muchas vías arteriales han recibido genéricamente la denominación de tales.

**Figura N° 2. 8:** Jr. Tacna, Lima - Perú



**Fuente:** Tomado de la galería fotográfica de Carlopeto's Stamps s. f.

- **Vías locales:**

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas

transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

**Figura N° 2. 9:** Jr. José Sabogal, Cajamarca – Perú.



**Fuente:** Tomado de la galería fotográfica s. f.

**- Vías colectoras:**

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, correspondiendo esta clasificación a las Autoridades Municipalidades, de la cual se derivan, entre otros, parámetros para establecer la competencia de dichas autoridades. Este tipo de vías, han recibido muchas veces el nombre genérico de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

**Figura N° 2. 10:** Esquema representativo de vía colectora.



**Fuente:** Tomado de Ventura s. f.

#### **D. Señalización vial**

Las señales viales son los medios físicos empleados para indicar a los usuarios de la vía pública, la forma más correcta y segura de transitar por la misma; les permiten tener una información previa de los obstáculos y condiciones, en que ella se encuentra. (Señalización vial s. f.)

La señalización, dentro de una vía, cumple las siguientes funciones fundamentales:

- Organiza el tránsito
- Advierte los peligros
- Ordena conductas de seguridad
- Comunica informaciones útiles

#### **2.2.3. Parámetros básicos de flujo vehicular**

El ítem 2.2.3. ha sido obtenido del HCM 2010.

##### **A. Volumen y flujo vehicular**

Volumen y flujo son dos medidas que cuantifican el número de vehículos pasando sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo dado. Estas medidas se definen a continuación:

### **A.1. Volumen**

Es el número total de vehículos que pasan sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo. Este intervalo de tiempo puede ser variable, pero comúnmente se expresa en términos de periodos anuales, diarios, por hora, o menores a una hora.

### **A.2. Flujo vehicular**

Corresponde a la tasa equivalente por hora en la cual los vehículos pasan sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo menor a una hora, usualmente 15 minutos.

## **B. Velocidad**

Para caracterizar la velocidad que pueden lograr los usuarios en una vía se debe utilizar un valor representativo, debido a la amplia diversidad de velocidades individuales presentes en una corriente de tránsito.

Los parámetros básicos de velocidad aplicables a una corriente de tránsito en calles urbanas son los siguientes:

### **B.1. Velocidad promedio de viaje**

Esta corresponde a la longitud del segmento dividida por el tiempo promedio de viaje de los vehículos que atraviesan el segmento, incluyendo los tiempos de demora debido a las detenciones.

### **B.2. Velocidad de flujo libre**

Se define como la velocidad promedio de los vehículos en un segmento dado, medida en condiciones de bajo volumen, donde los conductores son libres de circular a la velocidad deseada y no se encuentran limitados debido a la presencia de otros vehículos o dispositivos de control de tránsito en la intersección aguas abajo (por ejemplo, semáforos, rotondas o señales de pare).

## **C. Demora**

La demora es una importante medida de desempeño en elementos de un sistema de flujo interrumpido. Existen variados tipos de demora, donde la demora por control es la

principal medida de servicio en el HCM para evaluar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas. Esta demora es aquella provocada por la presencia de un dispositivo de control de tránsito en la intersección e incluye la demora producto de la desaceleración de los vehículos llegando a la intersección, el tiempo empleado en la detención, el tiempo dedicado al moverse hacia adelante en la cola y el tiempo necesario para acelerar a la velocidad deseada.

Otros tipos de demora utilizados son los siguientes:

- Demora geométrica: Es aquella demora causada por las características geométricas de la vía.
- Demora por incidente: Tiempo adicional de viaje experimentado como resultado de un incidente.
- Demora por tránsito: Demora causada por la interacción entre vehículos, obligando a los conductores a reducir su velocidad por debajo de la velocidad de flujo libre.
- Demora Total: Sumatoria de todas las demoras mencionadas anteriormente.

#### **D. Índice de congestión**

El ítem D ha sido obtenido de Congestion index report 2011.

El índice de congestión relaciona el tiempo de recorrido a través del segmento y el tiempo que se emplea en flujo libre mediante la siguiente ecuación:

$$CI = \frac{T_r}{T_l} \quad (2.1)$$

Donde:

CI: Índice de congestión

$T_r$ : Tiempo de recorrido a través del segmento (seg)

$T_l$ : Tiempo de recorrido en condiciones de flujo libre (seg)

El índice de tiempo de viaje se puede entender relacionando el valor con un porcentaje. Si el índice es 1, entonces el tiempo promedio de viaje es el mismo que el tiempo de viaje de flujo libre, lo que significa que no hay congestión. Si el índice de congestión es 1.5 o mayor significa que el tiempo de viaje real es 150% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1.5 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas, por lo tanto, existe congestión.

#### 2.2.4. Capacidad vehicular

El ítem 2.2.4 se ha obtenido de Bañón 2000.

Es la máxima intensidad horaria de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar un perfil transversal o tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo definido de tiempo. El periodo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto para el que puede presentarse una circulación más estable.

La intensidad de circulación es el número de vehículos que pasan por un perfil dado durante un intervalo de tiempo inferior a una hora, que generalmente es de 15 minutos. Se expresa en unidades de [veh/hora] teniendo en cuenta que no representa exactamente el número de vehículos por hora.

$$I = \frac{\text{Número de vehículos}}{\text{Tiempo (hrs)}} \quad (2. 2)$$

Las intensidades de circulación punta se relaciona con los volúmenes horarios por medio del factor de hora punta, el cual se define mediante la relación existente entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un periodo de 15 minutos dentro de la hora.

$$FHP = \frac{Q}{4 \cdot Q_{15}} \quad (2. 3)$$

Donde:

FHP = Factor de hora punta

Q = Volumen horario (veh/h)

$Q_{15}$  = Volumen durante los 15 min punta de la hora (veh/15 min)

El factor de hora punta es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

## **Grado de saturación**

Se define por grado de saturación al máximo número de vehículos que puede pasar por una sección de la vía en una hora. El grado de saturación relaciona el volumen vehicular con la capacidad de la vía mediante la siguiente ecuación:

$$x = \frac{v}{c} \quad (2.4)$$

Donde:

x = Grado de saturación

v = Flujo vehicular correspondiente a los 15 minutos punta (veh/h)

c = Capacidad vehicular (veh/h)

Además, si  $x \geq 1$  representa un flujo saturado y si  $x < 1$  representa un flujo no saturado.

### **2.2.5. Conceptos de calidad y nivel de servicio**

El ítem 2.2.5. ha sido obtenido del HCM 2010.

#### **A. Calidad de servicio**

La calidad de servicio describe lo bien que opera una instalación de transporte desde la perspectiva del viajero. Esta calidad de servicio puede ser evaluada de distintas formas, entre ellas están la observación directa de factores perceptibles por los viajeros (por ejemplo, velocidad y demora).

#### **B. Nivel de servicio (LOS)**

El nivel de servicio, corresponde a una estratificación cuantitativa de una medición o medida de desempeño que represente la calidad de servicio. Estas mediciones utilizadas para determinar el LOS en los elementos de un sistema de transporte se denominan medidas de servicio.

El HCM define seis niveles de servicio, que van desde la A hasta la F, para cada medida de servicio, en esta estratificación el LOS A representa las mejores condiciones de operación de la vía desde la perspectiva del viajero y el LOS F las peores.

El nivel de servicio se define según la velocidad de viaje de los vehículos de paso por el segmento, expresada como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base.

A continuación, se describen los seis niveles de servicio:

### **B.1. Nivel de servicio A**

LOS A describe una operación principalmente de flujo libre, es decir, los vehículos están completamente sin impedimentos en su capacidad para maniobrar dentro de la corriente de tránsito y la demora por control en la intersección límite es mínima. La velocidad de viaje en este nivel excede el 85% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **B.2. Nivel de servicio B**

LOS B describe una operación razonablemente sin impedimentos, es decir, la capacidad para maniobrar dentro de la corriente de tránsito está sólo ligeramente restringida y la demora por control en la intersección límite no es significativa. La velocidad de viaje se encuentra entre 67% y 85% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **B.3. Nivel de servicio C**

LOS C describe una operación estable, donde la capacidad para maniobrar y cambiar de pista en los sectores medios del segmento puede ser más restringida que en LOS B. Además, colas más largas en la intersección límite pueden contribuir a una disminución en las velocidades de viaje. La velocidad de viaje se encuentra entre 50% y 67% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **B.4. Nivel de servicio D**

LOS D indica una condición menos estable en la que pequeños aumentos en el flujo pueden causar aumentos sustanciales en la demora y disminuciones en la velocidad de viaje. Esta operación puede ser debido a progresión adversa de los semáforos, volumen alto o programación inapropiada de los semáforos en la intersección límite. La velocidad de viaje se encuentra entre 40% y 50% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **B.5. Nivel de servicio E**

LOS E se caracteriza por una operación inestable y demora significativa, las cuales pueden deberse a alguna combinación de progresión adversa, volumen alto o programación inapropiada de los semáforos en la intersección límite. La velocidad de viaje se encuentra entre 30% y 40% de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad no es mayor que 1.

### **B.6. Nivel de servicio F**

LOS F se caracteriza por un flujo a muy baja velocidad. La congestión se produce probablemente en la intersección límite, según se indica por alta demora y colas extensas. La velocidad de viaje es de 30% o menos de la velocidad de flujo libre base y la relación de volumen a la capacidad es mayor que 1.

### **2.2.6. Criterios para evaluar el nivel de servicio vehicular en segmentos de calles urbanas**

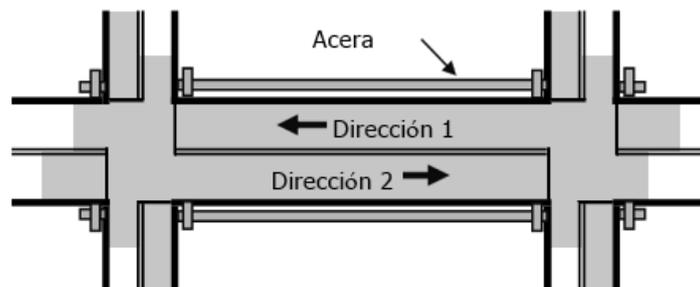
El ítem 2.2.6. ha sido obtenido del HCM 2010.

#### **A. Consideraciones generales**

##### **A.1. Límites de análisis**

El límite de análisis del segmento se define por la calzada del lado derecho de la calle y por cada intersección límite.

**Figura N° 2. 11:** Límites del segmento en análisis



**Fuente:** Tomado de HCM 2010, P. 17 -1.

## **A.2.Nivel de análisis**

El nivel de análisis describe el nivel de detalle utilizado en la aplicación de la metodología. Se reconocen tres niveles de análisis, que son:

- Operacional
- Diseño
- Ingeniería preliminar y planeamiento

El análisis operacional es la aplicación más detallada y requiere la mayor cantidad de información acerca del tránsito, geometría y condiciones de señalización.

El análisis en diseño también requiere información detallada acerca de las condiciones de tránsito y del nivel de servicio deseado, así como información sobre la geometría y condiciones de señalización.

El análisis en ingeniería preliminar y planeamiento requiere solamente los tipos más fundamentales de la información donde valores por defecto se utilizan como sustitutos de otros datos de entrada.

## **A.3.Periodo de estudio**

La metodología está basada en el supuesto de que las condiciones de tránsito son estables durante el período de análisis, es decir que un cambio sistemático en el tiempo es insignificante. Por esta razón, la duración del período de análisis se encuentra en el rango de 0,25 a 1 hora. En general, el analista debe tener precaución con los períodos de análisis que excedan de 1 hora ya que las condiciones de tránsito no son generalmente estables durante períodos de tiempo largos y porque el impacto adverso de horas pico en la demanda de tránsito puede no ser detectado en la evaluación.

## **B. Definición de segmento de calle urbana**

Para efectos de análisis, la calle urbana es separada en elementos individuales que son físicamente adyacentes y operan como una sola entidad en servicio de los viajeros. Comúnmente se encuentran dos elementos en un sistema de calles urbanas, que son puntos y enlaces. Un punto representa el límite entre enlaces y es representado por una intersección. Un enlace representa una longitud de camino entre dos puntos. Un enlace y sus puntos límites se denominan como un segmento.

### 2.2.7. Limitaciones de la metodología

El ítem 2.2.7. ha sido obtenido del HCM 2010.

En general, la metodología descrita puede ser usada para evaluar el desempeño de la mayoría de los flujos de tránsito viajando a lo largo de un segmento de calle urbana. Sin embargo, la metodología no aborda todas las condiciones de tránsito o tipos de control.

La inhabilidad para replicar la influencia de una condición o tipo de control en la metodología representa una limitación. Si se cree que una o más de estas limitaciones tiene una influencia importante en el desempeño de un segmento de calle específico, entonces el analista debe considerar el uso de métodos o herramientas alternativas.

### 2.2.8. Metodología para el análisis de segmentos de calles urbanas

#### A. Datos de entrada

Los datos se presentan en la tabla n° 2. 1 y son identificados como elementos de entrada. Ellos deben ser especificados por separado para cada dirección de viaje en el segmento y para cada intersección límite.

**Tabla N° 2. 1:** Datos de entrada

<b>Categoría de datos</b>	<b>Elementos de entrada</b>
Características de tránsito	Flujo en el segmento
	Número de pistas
	Longitud de segmentos
Diseño geométrico	Longitud de mediana restrictiva
	Proporción de segmentos con solera
	Puntos de acceso
Otros	Duración del período de análisis
	Velocidad límite

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (707)

A continuación, describiré cada elemento de entrada:

#### A.1. Flujo en los puntos de acceso

El flujo en puntos de acceso se define como el número de vehículos llegando a la intersección punto de acceso durante el período de análisis, dividido por la duración del período de análisis. Es necesario para todos los movimientos que intersectan en cada punto de acceso activo. Si el segmento tiene muchos puntos de acceso que se consideran

inactivos pero que colectivamente tienen algún impacto en el flujo de tránsito, éstos se pueden combinar en un solo punto de acceso activo equivalente.

## **A.2.Flujo en el segmento**

El flujo en el segmento se define como el número de vehículos viajando a lo largo del segmento durante el período de análisis, dividido por la duración del período de análisis. Este volumen se especifica por separado para cada dirección de viaje a lo largo del segmento. Si existen uno o más puntos de acceso a lo largo del segmento, entonces el flujo en el segmento se mide en un lugar ubicado entre estos puntos de acceso (o entre un punto de acceso y la intersección límite).

## **A.3.Longitud de segmento**

Esta longitud es medida a lo largo del eje de la calle. Si existe diferencia en las dos direcciones de viaje, entonces debe ocuparse una longitud promedio.

## **A.4.Longitud de mediana restrictiva**

La longitud de mediana restrictiva representa la longitud de la calle con una mediana restrictiva (por ejemplo, solera). Esta longitud es medida de esquina a esquina de la mediana a lo largo del eje de la calle. Esta longitud no incluye la longitud de algunas aberturas de mediana en la calle.

## **Proporción de segmento con solera**

La proporción de segmento con solera representa la porción de la longitud del enlace que tiene solera a lo largo del lado derecho del segmento. Esta proporción es calculada como la longitud de la calle con una sección transversal con solera, dividida por la longitud del enlace. La longitud es medida desde el comienzo de la sección transversal con solera hasta el fin de la sección transversal con solera. El ancho de entradas de autos no se descuenta de esta longitud. Este valor es conocido para cada dirección de viaje a lo largo del segmento.

## **A.5.Número de puntos de acceso**

El número de puntos de acceso a lo largo de un segmento, representa la cantidad de entradas de autos no señalizadas y calles públicas aproximándose en el segmento,

independientemente de la demanda de tránsito entrando en la aproximación. Este número es calculado separadamente para cada lado del segmento.

#### **A.6. Duración del período de análisis**

El período de análisis es el intervalo de tiempo considerado para la evaluación del desempeño. Esta duración está en el rango de 15 minutos a 1 hora, con mayores duraciones usadas para análisis de planeamiento.

#### **A.7. Velocidad límite**

La velocidad promedio de viaje es usada en la metodología para evaluar el desempeño del segmento. Esta se relaciona con la velocidad límite cuando la velocidad límite refleja el entorno y los factores geométricos que influyen la elección de velocidad por parte del conductor. Como tal, la velocidad límite representa una variable de entrada que puede ser usada convenientemente para estimar la velocidad de viaje limitando al mismo tiempo la necesidad de numerosos datos de entrada geométricos y del entorno del segmento.

### **B. Parámetros a utilizar en la evaluación**

#### **B.1. Tiempo en movimiento**

Un procedimiento para determinar el tiempo en movimiento en el segmento es descrito en este paso. Este procedimiento incluye el cálculo de la velocidad de flujo libre, un factor de ajuste para la proximidad entre vehículos, y el tiempo en movimiento adicional debido a fuentes de demora. Cada cálculo se explica en los apartados siguientes, que culmina con el cálculo del tiempo en movimiento en el segmento.

##### **B.1.1. Velocidad de flujo libre**

La velocidad de flujo libre representa la velocidad promedio de los vehículos que viajan a través de un segmento en condiciones de bajo volumen y sin demora debido a dispositivos de control de tránsito u otros vehículos. La determinación de la velocidad de flujo libre está basada en el cálculo de la velocidad de flujo libre base y un factor de ajuste para el espaciamiento entre señales.

## Velocidad de flujo libre base

La velocidad de flujo libre base se define como la velocidad de flujo libre en segmentos largos. Esta incluye la influencia de la velocidad límite, densidad de puntos de acceso, tipo de mediana, presencia de solera y se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$S_{f0} = S_0 + f_{cs} + f_A \quad (2.5)$$

Donde:

$S_{f0}$ : Velocidad de flujo libre base (mi/h)

$S_0$ : Velocidad constante (mi/h)

$f_{cs}$ : Factor de ajuste para sección transversal (mi/h)

$f_A$ : Factor de ajuste para puntos de acceso (mi/h)

La velocidad constante se determina con la siguiente ecuación:

$$S_0 = 25.6 + 0.47 \cdot S_{pl} \quad (2.6)$$

Donde:

$S_{pl}$ : Límite de velocidad (mi/h)

$$f_{cs} = 1.5 \cdot p_m - 0.47 \cdot p_{curb} \cdot p_m \quad (2.7)$$

Donde:

$p_m$ : Proporción del segmento con mediana restrictiva (decimal)

$p_{curb}$ : Proporción del segmento con solera del lado derecho (decimal)

$$f_A = -0.078 \cdot D_a / N_{th} \quad (2.8)$$

Con 
$$D_a = 5280 \cdot (N_{ap,s} + N_{ap,o}) / (L - W_i) \quad (2.9)$$

Donde:

$D_a$ : Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi)

$N_{th}$ : Número de pistas del segmento en la dirección de viaje

$N_{ap,s}$ : Número de puntos de acceso por el lado derecho en la dirección de viaje

$N_{ap,o}$ : Número de puntos de acceso por el lado derecho en la dirección opuesta de viaje

$W_i$ : Ancho de intersección semaforizada aguas arriba (ft)

Los valores para el factor de ajuste para sección transversal y factor de ajuste para puntos de acceso también pueden obtenerse teniendo en cuenta las siguientes tablas:

**Tabla N° 2. 2:** Factor de ajuste para sección transversal

Velocidad límite (mi/h)	Velocidad constante $S_o$ (mi/h)	Tipo de mediana	Porcentaje con mediana restrictiva (%)	Ajuste para sección transversal fcs (mi/h)	
				Sin solera	Con solera
25	37.4		20	0.3	-0.9
30	39.7		40	0.6	-1.4
35	42.1	Restrictiva	60	0.9	-1.8
40	44.4		80	1.2	-2.2
45	46.8		100	1.5	-2.7
50	49.1	No Restrictiva	No aplica	0	-0.5
55	51.5	Sin mediana	No aplica	0	-0.5

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (731)

**Tabla N° 2. 3:** Factor de ajuste para puntos de acceso

Densidad de puntos de acceso $D_a$ (pts/mi)	Ajuste para puntos de accesos por pista, $f_A$ (mi/h)			
	1 pista	2 pistas	3 pistas	4 pistas
0	0	0	0	0
2	-0.2	-0.1	-0.1	0
4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
10	-0.8	-0.4	-0.3	-0.2
20	-1.6	-0.8	-0.5	-0.4
40	-3.1	-1.6	-1	-0.8
60	-4.7	-2.3	-1.6	-1.2

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (731)

### Ajuste por espaciamiento de señales

La evidencia empírica sugiere que un segmento de corta longitud (cuando se define por las intersecciones semaforizadas límites) tiende a influir en la elección del conductor de la velocidad de flujo libre. Se ha encontrado que los segmentos más cortos tienen una baja velocidad de flujo libre cuando todos los otros factores se mantienen iguales. La siguiente ecuación es usada para calcular el valor de un factor de ajuste que considera esta influencia.

$$f_L = 1.02 - 4.7 \cdot \frac{S_{f0} - 19.5}{\max(L_S, 400)} \leq 1.0 \quad (2.10)$$

Donde:

$f_L$ : Factor de ajuste por espaciamiento de señales (adimensional)

$S_{f0}$ : Velocidad de flujo libre base (mi/h)

$L_S$ : Distancia entre intersecciones semaforizadas adyacentes (ft)

### **Velocidad de flujo libre**

La velocidad de flujo libre es calculada basándose en las estimaciones de la velocidad de flujo libre y el factor de ajuste por espaciamiento de señales. Alternativamente, puede ser ingresada directamente por el analista, su ecuación es la siguiente:

$$S_f = S_{f0} \cdot f_L \quad (2.11)$$

Donde:

$S_f$ : Velocidad de flujo libre (mi/h)

### **B.1.2. Factor de ajuste por proximidad entre vehículos**

El factor de ajuste por proximidad ajusta el tiempo en movimiento en flujo libre para tener en cuenta el efecto de la densidad de tránsito. Los ajustes resultan en un incremento del tiempo en movimiento (y la correspondiente reducción en la velocidad) con un aumento del volumen. La reducción de la velocidad es un resultado de intervalos cortos de separación entre vehículos, asociados con el alto volumen y la predisposición de los conductores a ser más precavidos cuando los intervalos son cortos. La siguiente ecuación es usada para calcular el factor de ajuste por proximidad.

$$f_v = \frac{2}{1 + \left( \frac{v_m}{52.8 \cdot N_{th} \cdot S_f} \right)^{0.21}} \quad (2.12)$$

Donde:

$f_v$ : Factor de ajuste por proximidad

$v_m$ : Razón de flujo de demanda en el segmento (veh/h)

$N_{th}$ : Número de pistas del segmento en la dirección de viaje

$S_f$ : Velocidad de flujo libre (mi/h)

### B.1.3. Demora debido al giro de vehículos

Esta demora es incurrida por los vehículos que están siguiendo a los vehículos que giran pero que no giran en el punto de acceso.

Para la planificación y el análisis de servicio se utiliza el retardo debido a vehículos que giran en los puntos de accesos mediante el uso del volumen medio del segmento. Los valores representan el retardo de los vehículos que giran a la izquierda y derecha, el valor obtenido se multiplica por el número de accesos del segmento para estimar el retardo debido a giros a la derecha e izquierda.

**Tabla N° 2. 4:** Demora debido a los vehículos de giro

Volumen medio del segmento (veh/h/ln)	Demora de vehículos por el número de carriles (s/veh/pt)		
	1 carril	2 carriles	3 carriles
200	0.04	0.04	0.05
300	0.08	0.08	0.09
400	0.12	0.15	0.15
500	0.18	0.25	0.15
600	0.27	0.41	0.15
700	0.39	0.72	0.15

**Fuente:** Tomado de Highway Capacity Manual 2010, p. irreg. (733)

Los valores de tabla n° 2. 4 representan el 10% giros a la izquierda y 10% giros a la derecha desde el segmento hacia el acceso. Si los porcentajes de giro reales son menos de 10%, entonces los retrasos pueden reducirse proporcionalmente. Por ejemplo, si el punto de acceso sujeto tiene 5% giros a la izquierda y 5% giros a la derecha, a continuación, los valores se deben multiplicar por 0,5 (= 5/10).

### B.1.4. Demora ocasionada por otros factores

Otros factores pueden causar que un conductor reduzca la velocidad o incurra en retraso mientras viaja a lo largo de un segmento. Por ejemplo, un vehículo que está completando una maniobra de estacionamiento en paralelo puede causar cierto retraso. Sin embargo, esta metodología sólo incluye procedimientos para estimar el retardo debido a los vehículos que giran.

### B.1.5. Cálculo del tiempo en movimiento en el segmento

El tiempo en movimiento se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 \cdot L} \cdot f_x + \frac{3600 \cdot L}{5280 \cdot S_f} \cdot f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other} \quad (2.13)$$

Con:

$$f_x = \begin{cases} 1.00 & \text{(Movimiento controlado por semáforos o señales pare)} \\ 0.00 & \text{(Movimiento no controlado)} \\ \min[v_{th}/c_{th}, 1.00] & \text{(Movimiento controlado por ceda el paso)} \end{cases}$$

Donde:

$t_R$ : Tiempo en movimiento en el segmento

$l_1$ : Pérdida de tiempo en la partida = 2,0 si es semaforizado, y 2,5 si es pare o ceda el paso, (s).

$L$ : Longitud del segmento (ft)

$f_x$ : Factor de ajuste por tipo de control

$v_{th}$ : Razón de flujo de demanda a través del segmento (veh/h).

$c_{th}$ : Capacidad del movimiento a través del segmento (veh/h).

$d_{ap,i}$ : Demora debido a giros a la izquierda y derecha desde la calle hacia el punto de acceso, (s/veh).

$N_{ap}$ : Número de puntos de acceso influyentes que se aproximan a lo largo del segmento  
 $= N_{ap,s} + p_{ap,lt} N_{ap,o}$ , (puntos)

$N_{ap,s}$ : Número de puntos de acceso próximos en el lado derecho de la dirección de viaje, (puntos).

$N_{ap,o}$ : Número de puntos de acceso en el lado derecho opuesto a la dirección de viaje, (puntos).

$p_{ap,lt}$ : Proporción de  $N_{ap}$  que se puede acceder por un giro a la izquierda desde la dirección de viaje

$d_{other}$ : Demora debido a otras fuentes a lo largo del segmento, (s/veh).

Las demás variables han sido definidas previamente. Las variables  $l_1$ ,  $f_x$ ,  $v_{th}$  y  $c_{th}$  usadas en el primer término de la ecuación se aplican al movimiento que sale del segmento en la intersección límite.

## B.2. Tiempo de propagación vehicular

El retardo que se produce a través de los vehículos que salen del segmento es la base para la estimación del tiempo de viaje. Se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$d_t = \frac{d_{th} \cdot v_t \cdot N_t + d_{sl} \cdot v_{sl} \cdot (1 - P_L) + d_{sr} \cdot v_{sr} \cdot (1 - P_R)}{v_{th}} \quad (2. 14)$$

Donde:

$d_t$ : Tiempo de propagación vehicular (s/veh)

$v_{th}$ : Demanda vehicular (veh/h)

$d_{th}$ : Retraso en el carril (s/veh)

$v_t$ : Flujo en el carril (veh/h/ln)

$N_t$ : Número de carriles (ln)

$d_{sl}$ : Retraso de vehículos que giran a la izquierda (s/veh)

$v_{sl}$ : Índice de flujo de los vehículos que giran a la izquierda (veh/h)

$d_{sr}$ : Retraso de vehículos que giran a la derecha (s/veh)

$v_{sr}$ : Índice de flujo de los vehículos que giran a la derecha (veh/h)

$P_L$ : Proporción de vehículos que giran a la izquierda (decimal)

$P_R$ : Proporción de vehículos que giran a la derecha (decimal)

## B.3. Velocidad de desplazamiento

La velocidad de movimiento se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$S_{T,seg} = \frac{3600 \cdot L}{5280 \cdot (t_R + d_t)} \quad (2. 15)$$

Donde:

$S_{T,seg}$ : Velocidad de desplazamiento vehicular a través del segmento (mi/h)

L: Longitud del segmento (ft)

$t_R$ : Tiempo de recorrido (s)

$d_t$ : Tiempo de propagación vehicular (s/veh)

#### B.4. Nivel de servicio (LOS)

El nivel de servicio se calcula para ambas direcciones a lo largo del segmento, el cual está definido por dos criterios: el primer criterio relaciona a la velocidad de desplazamiento como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base y el segundo criterio es la relación existente entre el volumen y la capacidad del segmento, tal como lo muestra la siguiente tabla:

**Tabla N° 2. 5:** Niveles de servicio (LOS) para segmentos urbanos

Velocidad de recorrido como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base (%)	LOS por la relación entre el volumen y la capacidad	
	$\leq 1$	$> 1$
> 85	A	F
> 67-85	B	F
> 50-67	C	F
> 40-50	D	F
> 30-40	E	F
$\leq 30$	F	F

**Fuente:** Tomado de Higway Capacity Manual 2010, p. irreg. (705)

La relación de volumen a la capacidad se calcula como el volumen dividido por la capacidad.

#### 2.2.9. Definición de términos básicos

**Aforo:** El aforo vehicular es la contabilización de vehículos o personas que atraviesan una determinada sección de vía.

**Alcantarilla:** Es una obra de drenaje superficial que por lo general se construye en forma transversal al eje de la vía o siguiendo la orientación del curso de agua. Las alcantarillas pueden ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros.

**Densidad vehicular:** Es el número de vehículos que ocupan un tramo de longitud dado promediado entre la longitud en unidades de vehículos por kilómetro.

**Dispositivos de control de tránsito:** Señales, marcas, semáforos y dispositivos auxiliares que tienen la función de facilitar al conductor la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación vehicular, tanto en caminos como en las calles de la ciudad.

**Elementos viales:** Es el conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de arte, drenaje, elementos de seguridad vial y medio ambiente.

**Infraestructura vial:** Todo camino, arteria, calle o vía férrea, incluidas sus obras complementarias, de carácter rural o urbano de dominio y uso público y privado.

**Intensidad de circulación:** Es el número de vehículos que pasan por un perfil dado durante un intervalo de tiempo inferior a una hora, que generalmente es de 15 minutos.

**Intensidad máxima de circulación:** Es el número de vehículos que pasan por un perfil dado durante los 15 minutos de máxima demanda vehicular.

**Volumen vehicular:** Es el número de vehículos que pasas por un punto o sección transversal dado, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado.

## **CAPÍTULO III**

---

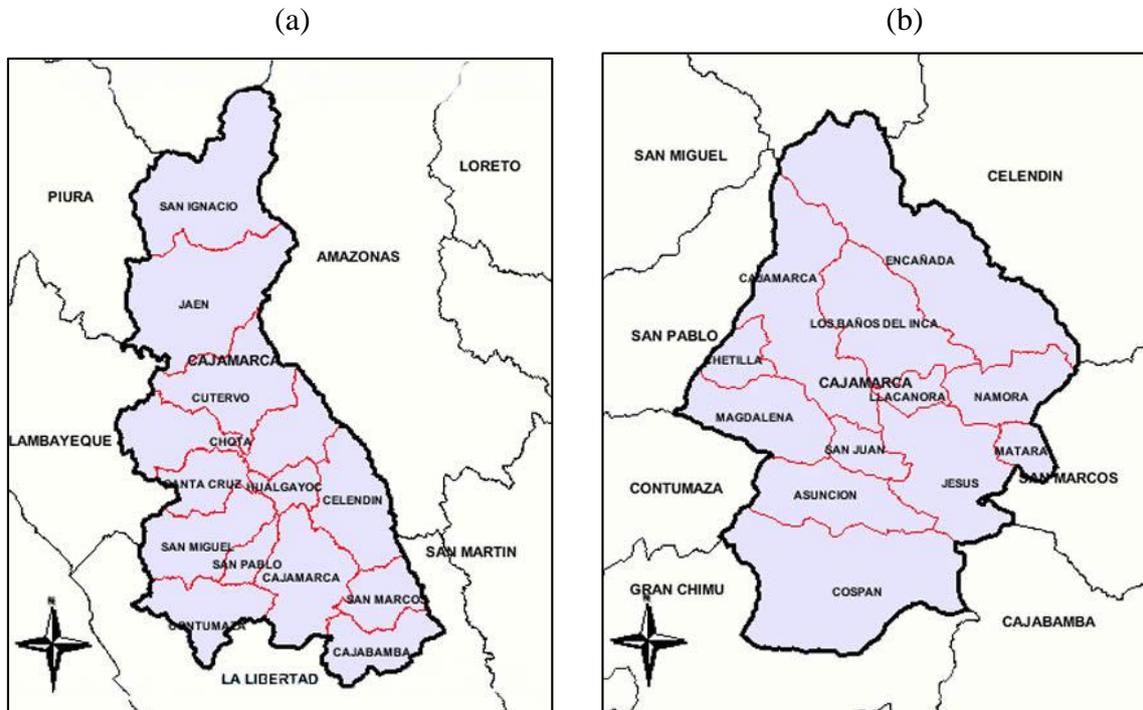
### **MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación geográfica:

El presente proyecto de investigación se realizó en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, Av. San Martín de Porres.

**Figura N° 3. 1:** Mapa departamental, provincial y distrital de Cajamarca.



**Fuente:** Tomado de (a) y (b) Perutouristguide Mapa de la provincia y departamento de Cajamarca Gualberto Valderrama 2005.

La Av. San Martín de Porres es una de las vías principales dentro del sistema vial de la ciudad de Cajamarca, debido a que permite la conexión de zonas periféricas con el centro de la ciudad, razón por la cual la concurrencia vehicular es elevada.

Esta vía inicia en el óvalo Bolognesi y finaliza en el penal de Huacariz, contando con una longitud total aproximada de 4,500 m. Esta vía posee dos tramos diferenciados por el sentido de circulación vehicular:

- En el tramo inicial ubicado entre la Av. Atahualpa y el óvalo Bolognesi, la vía posee un pavimento flexible y los vehículos circulan unidireccionalmente de sureste a noreste
- En el tramo final ubicado entre la Av. Atahualpa y el penal de Huacariz, la vía en su mayor longitud es de pavimento rígido y la circulación de los vehículos es

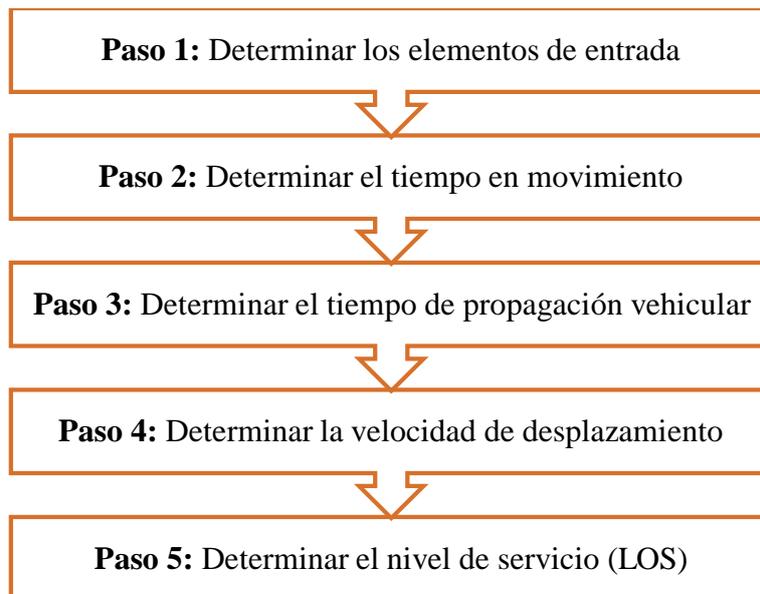


- Formato de conteo vehicular
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Útiles escolares

### 3.4. Procedimiento

Para realizar la evaluación del nivel de servicio vehicular del tramo estudiado se utilizó el siguiente procedimiento:

**Figura N° 3. 3:** Resumen de los pasos realizados para la evaluación del nivel de servicio vehicular del tramo de vía estudiado aplicando la metodología del HCM.



### 3.5. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

En la presente tesis se analizó el tramo de la Av. San Martín de Porres ubicado entre la Av. Atahualpa y la Av. Argentina de la ciudad de Cajamarca, para lo cual éste se ha dividido en dos segmentos, los cuales son:

El **segmento I**, cuya **circulación vehicular es de la Av. Atahualpa hacia la Av. Argentina**, posee 07 accesos definidos y cuenta con alcantarillas y cunetas como medio de drenaje.

El **segmento II**, cuya **circulación vehicular es de la Av. Argentina hacia la Av. Atahualpa**, posee 08 accesos definidos y cuenta únicamente con cunetas como medio de drenaje.

La evaluación del nivel de servicio vehicular se ha realizado de manera conjunta para ambos segmentos; a continuación, se presentan los datos obtenidos para caso.

### 3.5.1. Paso 1: Datos de entrada

Los datos necesarios para la evaluación del nivel de servicio son: longitud de segmento, capacidad y flujo vehicular, ancho de intersección semaforizada, límite de velocidad y números de puntos de acceso al segmento; estos datos han sido determinados mediante aforos vehiculares, observación en campo y levantamiento topográfico.

#### A. Características de los segmentos

El levantamiento topográfico y la observación directa en campo permitieron determinar las características en planta y sección del tramo estudiado, observándose que este cuenta con dos calzadas divididas por separadores centrales, cuyas dimensiones son las siguientes:

**Tabla N° 3. 1:** Dimensiones de los separadores centrales

N°	Ubicación	Longitud (m)	Ancho inicial (m)	Ancho final (m)	Ancho prom. (m)
1	Entre la Av. Atahualpa y el Jr. Bolognesi	14.00	0.39	0.71	0.55
2	Entre el Jr. Bolognesi y el Jr. Emancipación	41.61	0.85	1.00	0.93
3	Entre el Jr. Bolognesi y el Jr. Emancipación	26.80	1.00	1.00	1.00
4	Entre el Jr. Emancipación y el Psje. Las Américas	44.70	1.05	1.05	1.05
5	Entre el Pje. Las Américas y el Jr. El Triunfo	24.80	1.05	1.05	1.05
6	Entre el Jr. Los Próceres y el Jr. La Victoria	18.80	1.20	1.20	1.20
7	Entre el Jr. La Victoria y el Pje. Diego Ferré	68.67	1.20	1.20	1.20
8	Entre el Pje Diego Ferré y el Jr. El Milagro	28.10	1.20	1.20	1.20
9	Entre el Jr. El Milagro y la A. Argentina	43.50	1.20	1.20	1.20

Así mismo se determinaron las siguientes características de cada segmento que compone al tramo estudiado:

**Tabla N° 3. 2:** Características de los segmentos

<b>Descripción</b>	<b>Segmento I</b>	<b>Segmento II</b>
Longitud de segmento	500 m	500 m
Número de carriles	2	2
Número de accesos	7	8
Ancho promedio de calzada	6.60 m	6.30 m
Bombeo de 2%	Sí	Sí
	Hacia alcantarillas	Hacia cunetas
Presencia de cunetas	Sí	Sí
Presencia de alcantarillas	Sí	No
Presencia de tapas de concreto para alcantarillas	Sí	No
Ancho de cunetas	0.25 m	0.25 m - 0.60 m
Dimensiones de alcantarillas	0.70 m x 1.50 m	-

**B. Composición del tráfico:**

La composición del tráfico se ha determinado luego de realizar aforos vehiculares diarios desde las 7:00 am hasta las 8:00 pm durante una semana, posteriormente se determinó la composición vehicular total del tramo de vía estudiado.

**Tabla N° 3. 3:** Composición vehicular semanal total del tramo de vía estudiado la vía

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
M1	27215	17.29%
N1	12708	8.07%
N2 Y N3	3767	2.39%
M2	13020	8.27%
M3 CLASE I	1267	0.80%
M3 CLASE III	179	0.11%
L5	82641	52.50%
L3	16600	10.55%
<b>Total</b>	<b>157397</b>	<b>100.00%</b>

Donde:

M1: Vehículo 8 asientos o menos, para el transporte de pasajeros.

N1: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto es menor a 3.5 toneladas.

N2 Y N3: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto oscila entre 3.5 a 12 toneladas.

M2: Vehículos de más de 8 asientos, destinado al transporte de pasajeros cuyo peso vehicular es de 5 toneladas o menos.

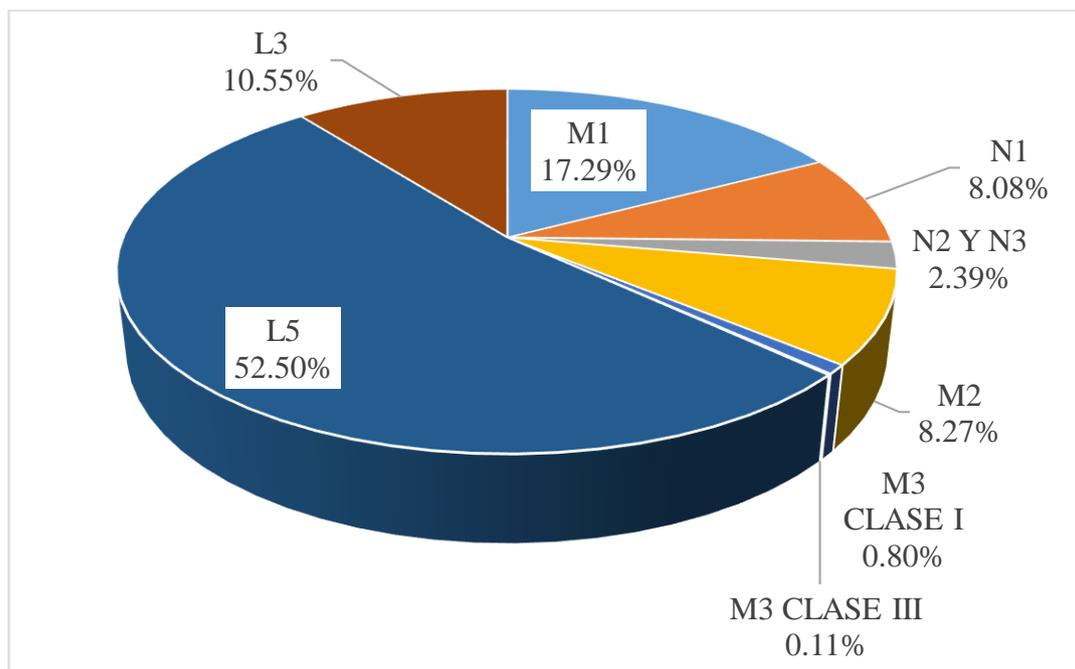
M3 CLASE I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de pasajeros.

M3 CLASE III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

L5: Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo

L3: Vehículos de 2 ruedas con velocidad mayor a 50 km/h.

**Figura N° 3. 4:** Porcentaje de participación según el tipo de vehículos en toda la vía



Del mismo modo se determinó la composición del tráfico vehicular para cada segmento cuyos datos se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla N° 3. 4:** Composición del tráfico semanal del segmento I

Tipo de vehículo	Cantidad	%
M1	12253	16.76%
N1	5354	7.32%
N2 Y N3	1668	2.28%
M2	5944	8.13%
M3 CLASE I	642	0.88%
M3 CLASE III	95	0.13%
L5	39448	53.97%
L3	7690	10.52%
<b>Total</b>	<b>73094</b>	<b>100.00%</b>

Donde:

M1: Vehículo 8 asientos o menos, para el transporte de pasajeros.

N1: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto es menor a 3.5 toneladas.

N2 Y N3: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto oscila entre 3.5 a 12 toneladas.

M2: Vehículos de más de 8 asientos, destinado al transporte de pasajeros cuyo peso vehicular es de 5 toneladas o menos.

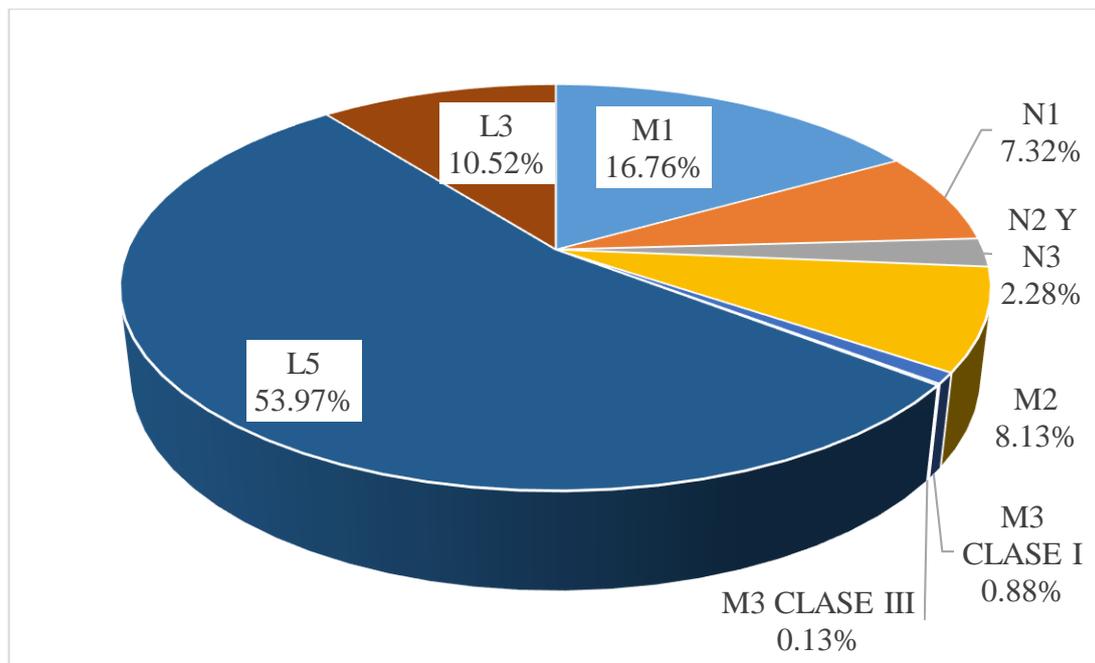
M3 CLASE I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de pasajeros.

M3 CLASE III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

L5: Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo

L3: Vehículos de 2 ruedas con velocidad mayor a 50 km/h.

**Figura N° 3. 5:** Porcentaje de participación según el tipo de vehículo para el segmento I



**Tabla N° 3. 5:** Composición del tráfico semanal del segmento II

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
M1	14962	17.75%
N1	7354	8.72%
N2 Y N3	2099	2.49%
M2	7076	8.39%
M3 CLASE I	625	0.74%
M3 CLASE III	84	0.10%
L5	43193	51.24%
L3	8910	10.57%
<b>Total</b>	<b>84303</b>	<b>100.00%</b>

Donde:

M1: Vehículo 8 asientos o menos, para el transporte de pasajeros.

N1: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto es menor a 3.5 toneladas.

N2 Y N3: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto oscila entre 3.5 a 12 toneladas.

M2: Vehículos de más de 8 asientos, destinado al transporte de pasajeros cuyo peso vehicular es de 5 toneladas o menos.

M3 CLASE I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de pasajeros.

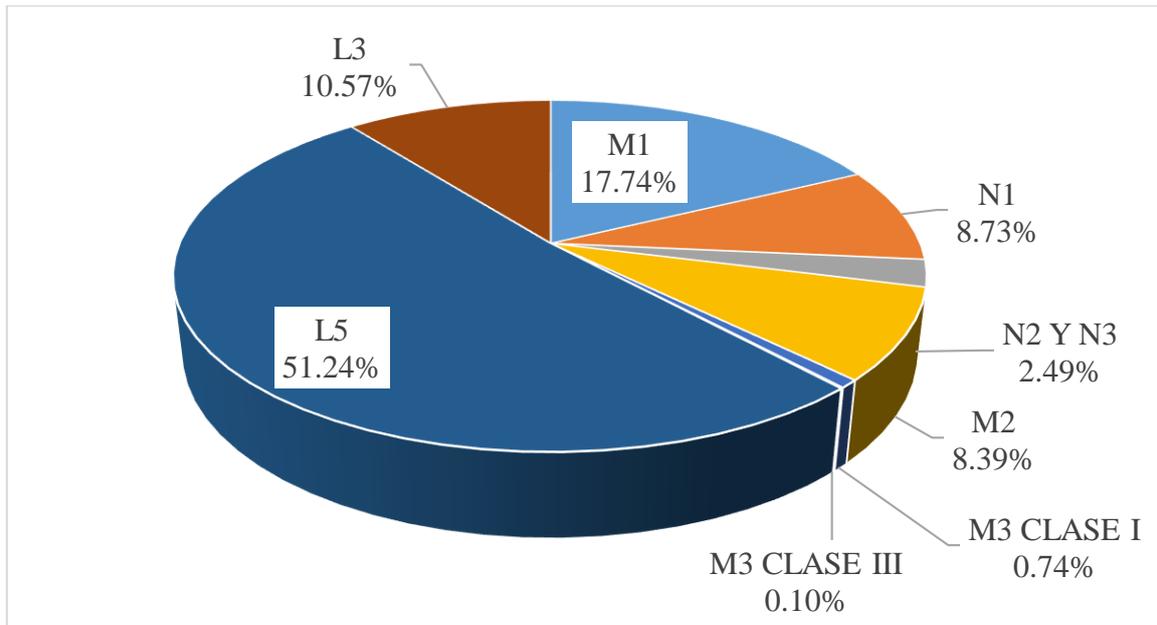
M3 CLASE III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

L5: Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo

L3: Vehículos de 2 ruedas con velocidad mayor a 50 km/h.

**Figura N° 3. 6:** Porcentaje de participación según el tipo de vehículo para el segmento

II



Estos aforos se realizaron con la finalidad de determinar el día y hora de mayor concurrencia vehicular para posteriormente calcular el factor de hora punta, capacidad vehicular y flujo de los 15 minutos de máxima demanda.

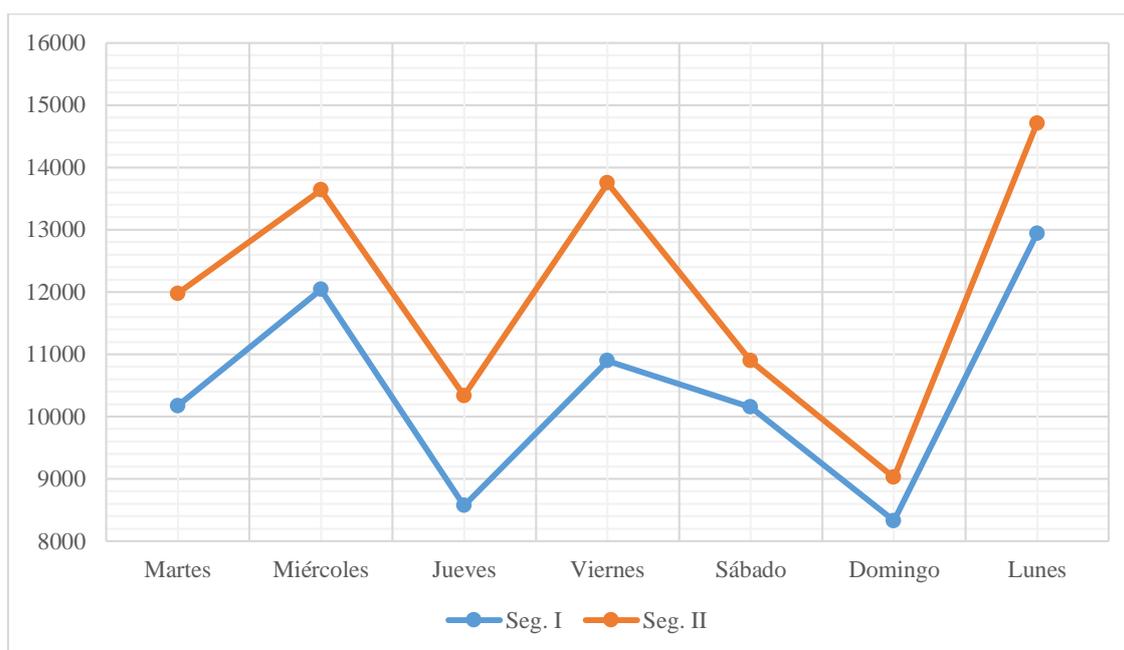
### C. Análisis del flujo vehicular

El análisis del flujo vehicular nos ayudó a comprender la variación del flujo vehicular a lo largo de la semana, con la finalidad de establecer el día de mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se muestra el resumen diario de los aforos realizados.

**Tabla N° 3. 6:** Resumen del aforo vehicular semanal del segmento I y II

Día	Seg. I	Seg. II
Martes	10173	11974
Miércoles	12038	13637
Jueves	8572	10335
Viernes	10894	13750
Sábado	10151	10896
Domingo	8326	9023
Lunes	12940	14688

**Figura N° 3. 7:** Flujo vehicular semanal para el segmento I y II



Como se puede observar en la figura n° 3. 7, ambos segmentos poseen la mayor demanda vehicular el día lunes, por lo que es en este día en el que se tiene que determinar la hora de máximo volumen vehicular y los 15 minutos de máxima demanda.

**Tabla N° 3. 7:** Resumen del aforo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento I

HORA	TOTAL	SUMA ACUMULADA
7:00 a. m. - 7:15 a. m.	299	1205
7:15 a. m. - 7:30 a. m.	276	1176
7:30 a. m. - 7:45 a. m.	305	1158
7:45 a. m. - 8:00 a. m.	325	1132
8:00 a. m. - 8:15 a. m.	270	1083
8:15 a. m. - 8:30 a. m.	258	1069
8:30 a. m. - 8:45 a. m.	279	1062
8:45 a. m. - 9:00 a. m.	276	1052
9:00 a. m. - 9:15 a. m.	256	1034
9:15 a. m. - 9:30 a. m.	251	1023
9:30 a. m. - 9:45 a. m.	269	1015
9:45 a. m. - 10:00 a. m.	258	988
10:00 a. m. - 10:15 a. m.	245	994
10:15 a. m. - 10:30 a. m.	243	991
10:30 a. m. - 10:45 a. m.	242	994
10:45 a. m. - 11:00 a. m.	264	990
11:00 a. m. - 11:15 a. m.	242	1000
11:15 a. m. - 11:30 a. m.	246	1024
11:30 a. m. - 11:45 a. m.	238	1033

La tabla n° 3. 7 continúa aquí.

<b>HORA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SUMA ACUMULADA</b>
11:45 a. m. - 12:00 p. m.	274	1075
12:00 p. m. - 12:15 p. m.	266	1096
12:15 p. m. - 12:30 p. m.	255	1164
12:30 p. m. - 12:45 p. m.	280	1213
12:45 p. m. - 1:00 p. m.	295	1217
1:00 p. m. - 1:15 p. m.	334	1199
1:15 p. m. - 1:30 p. m.	304	1055
1:30 p. m. - 1:45 p. m.	284	916
1:45 p. m. - 2:00 p. m.	277	814
2:00 p. m. - 2:15 p. m.	190	686
2:15 p. m. - 2:30 p. m.	165	691
2:30 p. m. - 2:45 p. m.	182	705
2:45 p. m. - 3:00 p. m.	149	740
3:00 p. m. - 3:15 p. m.	195	768
3:15 p. m. - 3:30 p. m.	179	775
3:30 p. m. - 3:45 p. m.	217	783
3:45 p. m. - 4:00 p. m.	177	772
4:00 p. m. - 4:15 p. m.	202	782
4:15 p. m. - 4:30 p. m.	187	809
4:30 p. m. - 4:45 p. m.	206	847
4:45 p. m. - 5:00 p. m.	187	880
5:00 p. m. - 5:15 p. m.	229	917
5:15 p. m. - 5:30 p. m.	225	925
5:30 p. m. - 5:45 p. m.	239	929
5:45 p. m. - 6:00 p. m.	224	1015
6:00 p. m. - 6:15 p. m.	237	1191
6:15 p. m. - 6:30 p. m.	229	1202
6:30 p. m. - 6:45 p. m.	325	1231
6:45 p. m. - 7:00 p. m.	400	1143
7:00 p. m. - 7:15 p. m.	248	985
7:15 p. m. - 7:30 p. m.	258	737
7:30 p. m. - 7:45 p. m.	237	479
7:45 p. m. - 8:00 p. m.	242	242

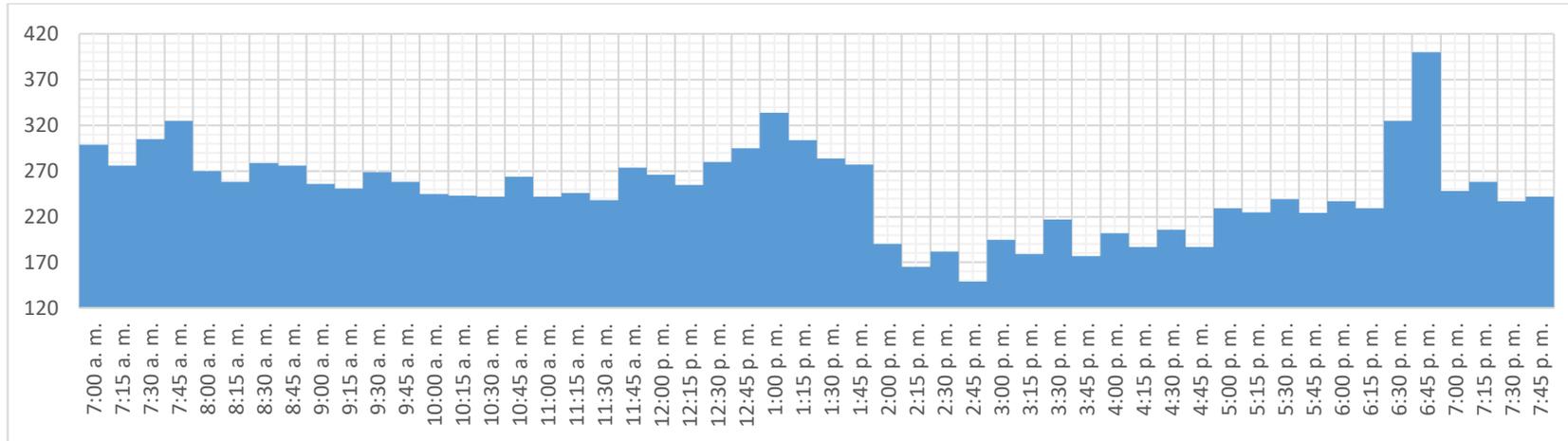
**Tabla N° 3. 8:** Resumen del aforo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento II.

<b>HORA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SUMA ACUMULADA</b>
7:00 a. m. - 7:15 a. m.	306	1223
7:15 a. m. - 7:30 a. m.	307	1210
7:30 a. m. - 7:45 a. m.	299	1191
7:45 a. m. - 8:00 a. m.	311	1193
8:00 a. m. - 8:15 a. m.	293	1184
8:15 a. m. - 8:30 a. m.	288	1169
8:30 a. m. - 8:45 a. m.	301	1154
8:45 a. m. - 9:00 a. m.	302	1142

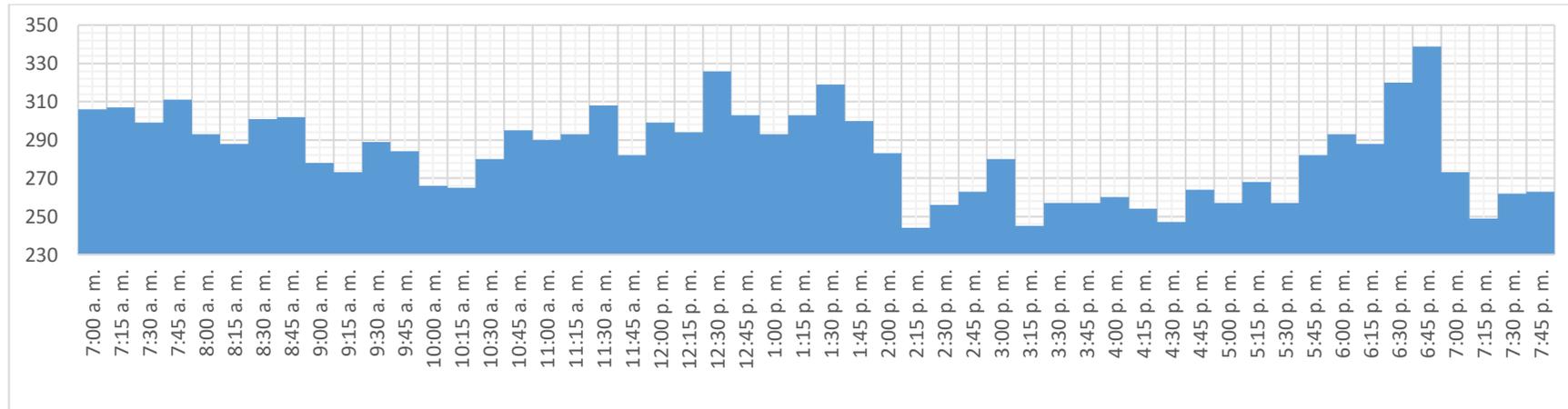
La tabla n° 3. 8 continúa aquí.

<b>HORA</b>		<b>TOTAL</b>	<b>SUMA ACUMULADA</b>
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	278	1124
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	273	1112
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	289	1104
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	284	1095
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	266	1106
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	265	1130
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	280	1158
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	295	1186
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	290	1173
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	293	1182
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	308	1183
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	282	1201
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	299	1222
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	294	1216
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	326	1225
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	303	1218
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	293	1215
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	303	1205
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	319	1146
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	300	1083
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	283	1046
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	244	1043
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	256	1044
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	263	1045
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	280	1039
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	245	1019
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	257	1028
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	257	1018
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	260	1025
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	254	1022
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	247	1036
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	264	1046
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	257	1064
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	268	1100
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	257	1120
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	282	1183
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	293	1240
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	288	1220
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	320	1181
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	339	1123
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	273	1047
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	249	774
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	262	525
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	263	263

**Figura N° 3. 8:** Flujo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento I



**Figura N° 3. 9:** Flujo vehicular del día lunes 25 de junio del 2018, para el segmento II



En la figura n° 3. 8 y la figura n° 3. 9 se puede observar que el intervalo horario con máximo volumen vehicular se encuentra entre las 6:45 pm a 7:00 pm para ambos segmentos.

De la tabla n° 3. 7 y tabla n° 3. 8 se determinó que el volumen vehicular correspondiente a los 15 minutos de máxima demanda es de 400 vehículos para el segmento I y de 339 vehículos para el segmento II, ambos valores corresponden al intervalo horario de 6:45 pm a 7:00 pm. Así mismo, de ambas tablas se determinó que el volumen horario de máxima demanda es de 1231 vehículos para el segmento I (6:30 pm – 7:30 pm) y de 1240 vehículos para el segmento II (6:00 pm – 7:00 pm). Estos valores nos permitieron determinar la máxima intensidad vehicular (capacidad vehicular), el factor de hora punta y el grado de saturación para cada segmento. A continuación, se muestra el cálculo de éstos valores para el segmento I:

$$I_{max} = \frac{\text{Número de vehículos}}{\text{Tiempo (hrs)}} = \frac{400}{0.25} = 1600 \text{ veh/h}$$

$$\text{FHP} = \frac{Q}{4 \cdot Q_{15}} = \frac{1231}{4 \cdot 400} = 0.77$$

$$x = \frac{v}{c} = \frac{400 \cdot 0.25}{1600} = 1$$

En la siguiente tabla se muestran de manera resumida los resultados obtenidos para cada segmento luego de aplicar las ecuaciones (2. 2), (2. 3) y (2. 4).

**Tabla N° 3. 9:** Parámetros del tráfico para cada segmento

Parámetro	Seg. I	Seg. II
Volumen vehicular correspondiente a la hora de máxima demanda	1231	1240
Volumen vehicular correspondiente a los 15 minutos de máxima demanda	400	339
Capacidad vehicular (veh/h)	1600	1356
Flujo de demanda vehicular (veh/h)	1231	1240
Factor de hora pico	0.77	0.91
Grado de saturación	1.00	1.00

## D. Datos de entrada para ambos segmentos

Los datos de entrada considerados para cada segmento son:

**Tabla N° 3. 10:** Elementos de entrada para ambos segmentos

Categoría de datos	Elementos de entrada	SEG I	SEG II
Características del tránsito	Capacidad del segmento (veh/h)	1600	1356
	Flujo de demanda en el segmento, $v_m$ (veh/h)	1231	1240
Diseño geométrico	Ancho de intersección semaforizada (ft)	43.3	0
	Número de carriles en la dirección de viaje ( $N_{th}$ )	2	2
	Longitud de segmento (ft)	1640.42	1640.42
	Número de accesos por el lado derecho, $N_{ap,s}$	7	7
	Número de accesos por el lado izquierdo, $N_{ap,o}$	8	8
	Proporción de segmento con mediana restrictiva, (decimal)	0	0
Otros	Proporción de segmento con solera del lado derecho, (decimal)	1	1
	Límite de velocidad, $Spl$ (mi/h)	37.2	37.2
	Duración del período de análisis, $T$ (h)	0.25	0.25

Se tomó como velocidad límite al valor de 60 km/h para cada segmento, puesto que el Reglamento Nacional de Tránsito en el Artículo 162: Límite de velocidad del Título III establece dicho valor para las avenidas en las zonas urbanas.

### 3.5.2. Paso 2: Cálculo del tiempo en movimiento

Para determinar el tiempo en movimiento arterial previamente se calculó la velocidad de flujo base (ecuación (2. 5)), la velocidad constante (ecuación (2. 6)), el factor de ajuste para la sección transversal (ecuación (2. 7)) y el factor de ajuste para puntos de acceso (ecuación (2. 8)), a continuación se muestra el cálculo de estos parámetros para el segmento I:

Densidad de los puntos de acceso:

$$D_a = 5280 \cdot \frac{N_{ap,s} + N_{ap,o}}{L - W_i} = 5280 \cdot \frac{8 + 7}{1640.42 - 43.30} = 49.59$$

Factor de ajuste para puntos de acceso:

$$f_A = -0.078 \cdot \frac{D_a}{N_{th}} = 0.078 \cdot \frac{49.59}{2} = -1.93 \text{ mi/h}$$

Factor de ajuste para sección transversal:

$$f_{cs} = 1.5 \cdot p_m - 0.47 \cdot p_{curb} \cdot p_m = 1.5 \cdot 0 - 0.47 \cdot 1 \cdot 0 = 0$$

Velocidad constante

$$S_0 = 25.6 + 0.47 \cdot S_{pl} = 25.6 + 0.47 \cdot 37.20 = 43.08 \text{ mi/h}$$

Velocidad de flujo libre base:

$$S_{f0} = S_0 + f_{cs} + f_A = 43.08 + 0 + (-1.93) = 41.15 \text{ mi/h}$$

**Tabla N° 3. 11:** Valores de velocidad de flujo libre base, velocidad constante, factor de ajuste para sección transversal y puntos de acceso, para cada segmento.

<b>c</b>	<b>Seg. I</b>	<b>Seg. II</b>
<b>L (ft)</b>	1640.42	1640.42
<b>Nap,s</b>	7	7
<b>Nap,o</b>	8	8
<b>Wi (ft)</b>	43.3	0
<b>Nth</b>	2	2
<b>Spl (mi/h)</b>	37.2	37.2
<b>p<sub>m</sub></b>	0	0
<b>p<sub>curb</sub></b>	1	1
<b>Da (pto/mi)</b>	49.59	48.28
<b>f<sub>a</sub> (mi/h)</b>	-1.93	-1.88
<b>f<sub>cs</sub> (mi/h)</b>	0	0
<b>S<sub>f0</sub> (mi/h)</b>	41.15	41.20
<b>S<sub>0</sub> (mi/h)</b>	43.08	43.08

Luego se calculó el ajuste por espaciamiento de señales (ecuación (2. 10)), la velocidad de flujo libre (ecuación (2. 11)), el factor por proximidad entre vehículos (ecuación (2. 12)), el tiempo de demora ocasionado por el giro de vehículos (tabla n° 2. 4) y finalmente el tiempo en movimiento en el segmento (ecuación (2. 13)). A continuación, se muestra el cálculo de estos parámetros para el segmento I:

Ajuste por espaciamiento de señales:

$$f_L = 1.02 - 4.7 \cdot \frac{S_{f0} - 19.5}{\max(L_S, 400)} = 1.02 - 4.7 \cdot \frac{41.15 - 19.50}{400} = 0.77 \leq 1.0$$

Velocidad de flujo libre:

$$S_f = S_{f0} \cdot f_L = 41.15 \cdot 0.77 = 31.50 \text{ mi/h}$$

Factor por proximidad entre vehículos

$$f_v = \frac{2}{1 + \left( \frac{V_m}{52.8 \cdot N_{th} \cdot S_f} \right)^{0.21}} = \frac{2}{1 + \left( \frac{V_m}{52.8 \cdot N_{th} \cdot S_f} \right)^{0.21}} = 1.10$$

Tiempo ocasionado por el giro de vehículos:  $d_{ap,i} = 0.04$  teniendo en cuenta el volumen vehicular de 200 veh/h/ln.

Tiempo en movimiento en el segmento

$$t_R = \frac{6.0 - l_1}{0.0025 \cdot L} \cdot f_x + \frac{3600 \cdot L}{5280 \cdot S_f} \cdot f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other}$$

$$t_R = \frac{6 - 2}{0.0025 \cdot 1640.42} \cdot 1 + \frac{3600 \cdot 1640.42}{5280 \cdot 31.50} \cdot 1.10 + 8 \cdot 0.02 + 7 \cdot 0.02 = 40.77 \text{ seg}$$

Los valores obtenidos luego de la aplicación de dichas fórmulas, se muestran de manera resumida para ambos segmentos en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3. 12:** Valores del tiempo en movimiento obtenidos para cada segmento.

<b>Parámetro</b>	<b>Seg. I</b>	<b>Seg. II</b>
<b>f<sub>L</sub></b>	0.77	0.77
<b>S<sub>f</sub> (mi/h)</b>	31.50	31.52
<b>V<sub>m</sub></b>	1231	1240
<b>f<sub>v</sub></b>	1.10	1.10
<b>l<sub>1</sub></b>	2	2
<b>d<sub>ap,i</sub></b>	0.04	0.028
<b>f<sub>x</sub></b>	1	1
<b>t<sub>R</sub> (seg)</b>	40.77	40.55

### 3.5.3. Paso 3: Cálculo del tiempo de propagación vehicular

Para el cálculo del tiempo de propagación vehicular se aplicó la ecuación (2. 14) para el cual fue necesario realizar la medición del tiempo que tardan los vehículos en ingresar al segmento, además se considera que el flujo vehicular correspondiente a los 15 minutos de hora punta se reparte equitativamente entre los dos carriles que componen al segmento y que los vehículos que giran a la derecha e izquierda representan el 10% del flujo de

cada carril. Se muestra el cálculo del tiempo de propagación vehicular para el segmento I:

$$d_t = \frac{d_{th} \cdot v_t \cdot N_t + d_{sl} \cdot v_{sl} \cdot (1 - P_L) + d_{sr} \cdot v_{sr} \cdot (1 - P_R)}{v_{th}}$$

$$d_t = \frac{35.35 \cdot 616 \cdot 2 + 0.32 \cdot 62 \cdot (1 - 0.10) + 0.28 \cdot 62 \cdot (1 - 0.10)}{1231} = 35.41 \text{ s/veh}$$

Los datos obtenidos para cada segmento se muestran de manera resumida en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3. 13:** Tiempo de propagación vehicular para cada segmento

<b>Parámetro</b>	<b>Seg. I</b>	<b>Seg. II</b>
<b>d<sub>th</sub> (s/veh)</b>	35.35	55.13
<b>v<sub>t</sub> (veh/h/ln)</b>	616	620
<b>N<sub>t</sub> (ln)</b>	2	2
<b>d<sub>sl</sub> (s/veh)</b>	0.32	0.22
<b>v<sub>sl</sub> (veh/h)</b>	62	62
<b>P<sub>L</sub></b>	0.10	0.10
<b>d<sub>sr</sub> (s/veh)</b>	0.28	0.20
<b>v<sub>sr</sub> (veh/h)</b>	62	62
<b>P<sub>R</sub></b>	0.10	0.10
<b>v<sub>th</sub> (veh/h)</b>	1231	1240
<b>d<sub>t</sub> (s/veh)</b>	35.41	55.15

#### 3.5.4. Paso 4: Cálculo de la velocidad de desplazamiento

La velocidad de desplazamiento se calculó reemplazando los valores correspondientes al tiempo en movimiento y al tiempo de propagación vehicular en la ecuación (2. 15). Se muestra en cálculo de la velocidad de desplazamiento para el segmento I:

$$S_{T,seg} = \frac{3600 \cdot L}{5280 \cdot (t_R + d_t)} = \frac{3600 \cdot 1640.42}{35.41 + 40.77} = 14.68 \text{ mi/h}$$

En la siguiente tabla se muestra de manera resumida la velocidad de desplazamiento de cada segmento:

**Tabla N° 3. 14:** Velocidad de desplazamiento para cada segmento

<b>Parámetro</b>	<b>Seg. I</b>	<b>Seg. II</b>
<b>L (ft)</b>	1640.42	1640.42
<b>dt (s/veh)</b>	35.41	55.15
<b>t<sub>R</sub> (s/veh)</b>	40.77	40.55
<b>St (mi/h)</b>	14.68	11.69

### 3.5.5. Paso 5: Cálculo del nivel de servicio

Para calcular el nivel de servicio de cada segmento fue necesario establecer la relación porcentual existente entre la velocidad de desplazamiento y la velocidad de flujo libre base, además se determinó la relación existente entre la capacidad vehicular de cada segmento y su volumen.

**Tabla N° 3. 15:** Relación porcentual entre la velocidad de desplazamiento y velocidad de flujo base, y relación entre volumen y capacidad de cada segmento

<b>Parámetro</b>	<b>Seg. I</b>	<b>Seg. II</b>
St (mi/h)	14.68	11.69
S <sub>fo</sub> (mi/h)	41.15	41.20
%	35.68%	28.37%
Volumen/capacidad	1.00	1.00

Con los datos obtenidos en la tabla n° 3. 15 y las consideraciones establecidas en la tabla n° 2. 5, se determinó que el segmento I posee un nivel de servicio E y el segmento II posee un nivel de servicio F.

### 3.5.6. Cálculo del índice de congestión

Para el cálculo del índice de congestión se determinó en campo el tiempo de recorrido vehicular en condiciones de flujo libre (día domingo) y el tiempo de recorrido en el intervalo de 15 minutos de mayor volumen vehicular (lunes de 6:45 pm a 7:00 pm) considerando como muestra 60 vehículos, posteriormente se aplicó la ecuación (2. 1) para determinar el índice de congestión para cada segmento, en la siguiente tabla se muestran los resultados:

**Tabla N° 3. 16:** Índice de congestión para cada segmento

<b>Parámetros</b>	<b>Seg. I</b>	<b>Seg. II</b>
Tiempo de recorrido	46.08	63.72
Tiempo de flujo libre	33.43	38.83
Índice de congestión (CI)	1.38	1.64

## **CAPÍTULO IV**

---

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Análisis y discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del nivel de servicio vehicular**

#### **4.1.1. Características geométricas de la vía**

La vía estudiada ha sido dividida en dos segmentos cuyos anchos promedios de calzada son de 6.60 m (segmento I) y 6.30 m (segmento II), ambos segmentos poseen un bombeo de 2% hacia las cunetas y alcantarillas. Las características geométricas antes mencionadas no cumplen con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas del ICG, ya que este manual recomienda el valor de 6.75 m como ancho mínimo de dos carriles juntos para el diseño de arterias cuyas velocidades oscilen entre 50 a 60 km/h. Palma (2009, P. 51) determina que las características geométricas de la vía afectan el nivel de servicio de la misma.

#### **4.1.2. Composición y flujo vehicular**

Teniendo en cuenta los datos de la tabla n° 3. 3, se observa que del 100% de los vehículos el 52.50% corresponde a los vehículos tipo L5 (trimoto) y el 17.29% a los vehículos tipo M1 (automóviles), deduciéndose que el flujo de ésta está compuesto principalmente de vehículos menores. De igual manera, si observamos los datos de la tabla n° 3. 4 se aprecia que el 53.97% y 16.76% corresponden a los vehículos tipo L5 (trimoto) y M1 (automóvil) para el segmento I, así mismo en la tabla n° 3.5 el 51.24% y el 17.75% corresponden a los vehículos tipo L5 (trimoto) y M1 (automóvil) para el segmento II. Díaz (2014, P 65) determina que las mototaxis representan más del cincuenta por ciento del flujo vehicular de las Av. Tahuantinsuyo, Av. La Paz, Av. Héroes del Cenepa y la Av. Nuevo Cajamarca. Así mismo, Nina (2017, P. 145) concluye que los aforos manuales de tráfico son los más efectivos en un estudio de tráfico vehicular y Soto (2017, P. 2081) concluye que el alto porcentaje de vehículos menores (moto taxi) reducen el nivel de servicio de una vía.

Teniendo en cuenta la figura n° 3. 7 se observa que el comportamiento del flujo vehicular semanal en ambos segmentos es similar, ya que para ambos segmentos el día de mayor demanda vehicular es el día lunes y el día de menor demanda vehicular es el día domingo. Sánchez (2018, P. 76,77) establece que el día de mayor volumen vehicular es el día lunes.

En la figura n° 3. 8 y figura n° 3. 9 se observa el comportamiento del flujo vehicular del día lunes para cada uno de los segmentos, en estos se observó que en las mañanas, al medio día y por la tarde se encuentran los mayores flujos vehiculares.

#### **4.1.3. Características del tráfico**

Teniendo en cuenta los parámetros determinados en la tabla n° 3. 9 se deduce lo siguiente:

- Para el segmento I, la distribución del flujo máximo vehicular no es constante durante la hora de máxima demanda, debido a que el factor de hora punta no es próximo a la unidad (FHP = 0.77).
- Para el segmento II, la distribución del flujo máximo vehicular es uniforme durante toda la hora de máxima demanda, debido a que el factor de hora punta es próximo a la unidad (FHP = 0.91).

Según la tabla n° 3. 15 la velocidad de flujo base es de 41.15 mi/h (66.22 km/h) para el segmento I y de 41.20 mi/h (66.31 km/h) para el segmento II, estos valores se encuentran sobre el valor límite en avenidas (60 km/h) establecido en el Artículo 162 del Reglamento Nacional de Tránsito del Perú.

En la tabla n° 3. 7 y tabla n° 3. 8 se determinó que el volumen vehicular correspondiente a los 15 minutos de máxima demanda es de 400 vehículos para el segmento I y de 339 vehículos para el segmento II, ambos valores corresponden al intervalo horario de 6:45 pm a 7:00 pm. Así mismo, de ambas tablas se determinó que el volumen horario de máxima demanda es de 1231 vehículos para el segmento I (6:30 pm – 7:30 pm) y de 1240 vehículos para el segmento II (6:00 pm – 7:00 pm). Angaspilco (2014, P. 105) determina que el intervalo horario con mayor volumen vehicular es entre las 6:00 pm a 7:30 pm.

En la tabla n° 3. 9 se ha obtenido las capacidades vehiculares de 1600 veh/h para el segmento I y de 1356 veh/h para el segmento II. Así mismo, en esta tabla se muestra el grado de saturación cuyo valor es de 1 para el segmento I y II, esto indica que ambos segmentos poseen un flujo saturado.

Según la tabla n° 3. 16 y los límites establecidos en el ítem D del ítem 2.2.3, el segmento I no está congestionado puesto que posee un índice de congestión de 1.38 y el segmento II está congestionado a que este posee un índice de congestión de 1.64.

#### **4.1.4. Nivel de servicio**

El tramo de vía estudiado está compuesto por dos calzadas con sentido de flujo vehicular diferente, por lo que para el análisis de nivel de servicio han sido identificados como segmento I y segmento II con la finalidad de determinar si la vía brinda un mismo nivel de servicio en ambos segmentos, sin embargo, luego del procesamiento de datos se pudo verificar que la vía funciona con niveles de servicio variables, siendo estos los siguientes:

El segmento I posee una velocidad de desplazamiento de 14.68 mi/h (23.63 km/h) correspondiente al 35.68% de la velocidad de flujo base cuyo valor es de 41.15 mi/h (66.22 km/h) y una relación de volumen a capacidad de 1.00, éstos valores le asignan a este segmento un nivel de servicio E. El nivel de servicio E está caracterizado por una operación vehicular inestable y demora significativa, las cuales pueden deberse a alguna combinación de progresión adversa, volumen alto o programación inapropiada de los semáforos en la intersección límite.

El segmento II posee una velocidad de recorrido de 11.69 mi/h (18.81 km/h) correspondiente al 28.37% de la velocidad de flujo base cuyo valor es de 41.20 mi/h (66.31 km/h) y una relación de volumen a capacidad de 1.00, éstos valores le asignan a este segmento un nivel de servicio F. El nivel de servicio F se caracteriza por un flujo a muy baja velocidad, la congestión se produce en la intersección límite producida por la alta demora y colas extensas.

El HCM tiene como indicador del nivel de servicio al flujo vehicular, sin embargo, existen otros factores que influyen en el nivel de servicio de una vía puesto que ellos condicionan la velocidad vehicular, dentro de ellos tenemos a la calidad de la superficie de rodadura, elementos de drenaje superficial, ancho efectivo de la calzada entre otros. En la vía estudiada se pudo apreciar que la superficie de rodadura del pavimento se encuentra en un proceso de desgaste ocasionado por el constante flujo vehicular y por la ejecución de obras de mantenimiento de vías e instalación de servicios públicos. Sánchez (2018, P. 76) concluye que el pavimento de la Av. San Martín presenta fallas del tipo funcional las cuales afectan la comodidad de circulación vehicular, además indica que un 7.8% de los daños presentes en el pavimento lo constituyen las reposiciones luego de realizar las instalaciones de servicios públicos.

#### **4.2. Contrastación de la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación**

Mediante los resultados obtenidos luego del procesamiento de datos, se pudo determinar que los segmentos que conforman el tramo de vía estudiado no poseen un mismo valor de nivel de servicio (el segmento I posee un nivel de servicio E y el segmento II un nivel de servicio F) haciendo que la vía brinde un nivel de servicio variable, por lo tanto, la hipótesis planteada se rechaza puesto que ésta plantea que la vía posee un nivel de servicio C.

## **CAPÍTULO V**

---

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- De acuerdo a la investigación realizada se concluye que el tramo de la Av. San Martín, ubicado entre la Av. Atahualpa y Av. Argentina posee un nivel de servicio variable (el segmento I posee un nivel de servicio E y el segmento II un nivel de servicio F), además la capacidad vehicular del segmento I es de 1600 veh/h y del segmento II es de 1356 veh/h.
- El tramo de vía estudiado cuenta con dos calzadas separadas entre sí por berma central y diferenciados por la dirección del flujo vehicular (segmento I cuyo flujo vehicular es desde la Av. Atahualpa hacia la Av. Argentina y el segmento II cuyo flujo vehicular es desde la Av. Argentina hacia la Av. Atahualpa). El segmento I posee un ancho de calzada promedio de 6.60 m y el segmento II de 6.30 m, ambas con un bombeo del 2% hacia los elementos de drenaje superficial. Los elementos de drenaje superficial del segmento I son en su mayoría alcantarillas mientras que del segmento II son las cunetas.
- El volumen correspondiente a los 15 minutos de máxima demanda, desde las 6:45 pm hasta 7:00 pm, es de 400 vehículos para el segmento I y de 339 vehículos para el segmento II. El volumen de la hora de máxima de manda es de 1231 vehículos para el segmento I (6:30 pm a 7:30 pm) y de 1240 vehículos para el segmento II (6:00 pm a 7:00 pm).
- La velocidad de flujo libre base es de 41.15 mi/h (66.22 km/h) para el segmento I y 41.20 mi/h (66.31 km/h) para el segmento II. Así mismo la velocidad de desplazamiento es de 14.68 mi/h (23.62 km/h) para el segmento I y de 11.68 mi/h (18.80 km/h) para el segmento II.
- El tiempo en movimiento es de 40.81 segundos para el segmento I y de 40.57 segundos para el segmento II.
- Los vehículos con mayor volumen en la vía es el tipo L5 (moto taxis o trimotos). Este vehículo representa el 53.97% del total de los vehículos que circulan en el segmento I, el 51.24% del total de vehículos que circula por el segmento II y el 52.50% del total de vehículos que circulan por la vía.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar análisis de nivel de servicio en vías urbanas, cuyos datos puedan ser utilizados como parámetros referenciales para la elaboración de un manual que considere las características de la realidad nacional y local.
- Se recomienda analizar la influencia del mantenimiento y parchado de vías en la disminución de la velocidad de recorrido.
- Se recomienda realizar el análisis de los ciclos semafóricos de la intersección de la Av. San Martín y la Av. Atahualpa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, M. 2016. Transporte Urbano: ¿Cómo resolver la movilidad en Lima y Callao? Lima. Perú. 38 p. Consultado 13 jun. 2018. Disponible en: [http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp\\_transporte\\_urbano\\_sep.pdf](http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp_transporte_urbano_sep.pdf)
- Angaspilco, C. 2014. Nivel de Serviciabilidad en las avenidas; Atahualpa, Juan XXIII. Independencia; de los Héroes y San Martín de la ciudad de Cajamarca. Tesis Ing. Cajamarca. Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 150 p. Consultado el 12 dic. 2017. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/319/T%20338.4%20A581%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ávila, G. 2013. Evolución y desarrollo de los caminos en el mundo. (en línea, sitio web). Consultado 14 dic. 2017. Disponible en: [https://prezi.com/bjd1\\_w13lt1n/evolucion-y-desarrollo-de-los-caminos-en-el-mundo/](https://prezi.com/bjd1_w13lt1n/evolucion-y-desarrollo-de-los-caminos-en-el-mundo/).
- Bañón, L. 2000. Manual de Carreteras: Elementos Proyecto. España. Universidad de Alicante. p. irreg. 409 p.
- Bevía J. s. f. Manual de carreteras: Elementos del proyecto. s. l. s. e. p. irreg.
- Cárdenas, J; Reyes, R. 1994. Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones. 7ª Edición. México DF. Editorial Alfaomega. 517 p. Consultado 08 dic. 2017. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/137583737/Cal-y-Mayor-Ingenieria-de-Transito>
- CPI (Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública S.A.C.) 2017. Boletín informativo Perú: Población 2017. Lima. Perú. s. p. (5). Consultado 15 jun. 2018. Disponible en: [http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr\\_poblacion\\_peru\\_2017.pdf](http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacion_peru_2017.pdf)
- Díaz, L. 2014. Tránsito vehicular en el sector Nuevo Cajamarca – Cajamarca. Tesis Ing. Cajamarca. Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 94 p. Consultado el 12 jun. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/69/T%20388.4%20D542%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dirección general de ordenación del territorio. S. f. Manual de estudios de ingeniería de tránsito. Tomo XII. México. 229 p. Consultado 02 ene. 2018. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/tomo12norma.pdf>

Gómez, R. 2008. Ingeniería de Tráfico. Cochabamba. Bolivia. 536 p. Consultado 15 ene. 2018. Disponible en: <https://civilgeeks.com/tag/ronald-cesar-gomez-johnson/>

ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia). 2004. Manual de diseño geométrico de Vías Urbanas -2005 – VCHI. Lima. Perú. p. irreg. Consultado 13 dic. 2017. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2017/04/25/manual-diseno-geometrico-vias-urbanas/>

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2018. Informe técnico N° 05 – mayo 2018: Flujo vehicular por unidades de peaje. Lima. Perú. 17 p. Consultado 25 jun. 2018. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n05\\_flujo-vehicular-mar2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n05_flujo-vehicular-mar2018.pdf)

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2010. Boletín informativo Perú: Población total al 30 de junio. Lima. Perú. s. p. (4). Consultado 12 jun. 2018. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/libro.pdf>

Kansas and Missouri departments of transportation. 2011. Congestion index report. Kansas. Estados Unidos. 32 p. Consultado 05 jul. 2018. Disponible en: <http://www.kcscout.net/downloads/Announcements/CongestionReport.pdf>

Martínez, A. 2013. Estudios de ingeniería de tránsito necesarios para el Proyecto de ampliación de la carretera La Cartonera – Yecapixtla en el estado de Morelos. Tesis Ing. México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México. 141 p. Consultado 15 jun. 2018. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/3245>

Martínez, D. 2014. Análisis de la capacidad y nivel de servicio de la vía Loja – Vilcabamba (tramo de estudio Loja – Landangui) aplicando la metodología del HCM

2000. Tesis Ing. Loja. Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja. 68 p. Consultado 23 dic. 2017. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8461/1/Martinez%20Aldean%20Diego%20-%20Ing.%20Civil.pdf>
- Miquilena, M. 2011. Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. Caracas. Venezuela. 326 p. Consultado 12 jun. 2018. Disponible en: [https://www.caf.com/media/4203/desarrollourbano\\_y\\_movilidad\\_americalatina.pdf](https://www.caf.com/media/4203/desarrollourbano_y_movilidad_americalatina.pdf)
- Molleapaza, C. 2016. Análisis y diseño vial de los jirones San Roman y Mariano Núñez Butrón de la ciudad de Juliaca. Tesis Ing. Arequipa. Perú. Universidad Católica de Santa María. 488 p. Consultado 14 jun. 2018. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5947>
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú). 2009. Reglamento nacional de tránsito. Título IV: Dela circulación. DS N° 016 – 2009 – MTC. Lima. Perú. 20 jul. 95 p. Consultado 12 dic. 2017. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_1\\_56.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_1_56.pdf)
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú). 2009. Reglamento nacional de vehículos. Anexo I: Clasificación vehicular. DS N° 058 – 2003 – MTC. Lima. Perú. 07 oct. 119 p. Consultado 12 dic. 2017. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_70.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_70.pdf)
- Nina, A. 2017. Optimización de del tráfico vehicular en las principales intersecciones del Jr. Mariano Núñez Butrón del centro de la ciudad de Juliaca. Tesis Ing. Juliaca. Puno. Universidad Peruana Unión. 172 p. Consultado 13 jun. 2018. Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/948>
- Palma, R. 2009. Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2,000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. Tesis Ing. Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 70 p. Consultado 04 dic. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2614\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2614_C.pdf)

- Sabando, I. 2017. Determinación del nivel de servicio en calles urbanas. Tesis Ing. Valparaíso. Chile. Universidad Técnica Federico Santa María. 94 p. Consultado 25 jun. 2018. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/15560/3560900231555UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, C. 2018. Incidencia de las patologías del concreto en la obtención del índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los Geranios, de la ciudad de Cajamarca. Tesis Ing. Cajamarca. Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 145 p. Consultado 11 dic. 2017. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1837>
- Soto, D. 2017. Análisis y planificación vial de tránsito vehicular en el cercado de la ciudad de Juliaca. Tesis Ing. Puno. Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 286 p. Consultado 25 jun. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5238>
- Tapia, J. 2006. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico. Lic. Ing. Cochabamba. Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. 419 p. Consultado 09 dic. 2017. Disponible en: [http://www.academia.edu/12633873/Apoyo\\_did%C3%A1ctico\\_para\\_la\\_ense%C3%B1anza\\_y\\_aprendizaje\\_de\\_la\\_asignatura\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_de\\_Tr%C3%A1fico](http://www.academia.edu/12633873/Apoyo_did%C3%A1ctico_para_la_ense%C3%B1anza_y_aprendizaje_de_la_asignatura_de_Ingenier%C3%ADa_de_Tr%C3%A1fico)
- Transportation Research Board. 2010. HCM 2010: Highway Capacity Manual. Chapter 17: Urban Street segments. Washington, DC. Estados Unidos. 109 p.
- Valderrama, G. 2005. Mapa del departamento y de la provincial de Cajamarca. (en línea, sitio web). Consultado el 05 feb. 2018. Disponible en: [http://www.perutouristguide.com/translator/06ca/translator\\_06ca\\_mapa\\_cajamarca.html](http://www.perutouristguide.com/translator/06ca/translator_06ca_mapa_cajamarca.html).
- Wikipedia. 2018. Provincia de Cajamarca. (en línea sitio web) consultado el 05 de feb. 2018 disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Cajamarca](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Cajamarca)

# **ANEXOS**

---

# **Anexo 1**

---

## **Tablas utilizadas**

**Tabla N° A. 1: Anchos de carriles**

CLASIFICACIÓN DE VÍAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho recomendable (mts)	Ancho mínimo de carril en pista normal (Mts) (2.3)	Ancho mínimo de carril único del tipo solo bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts) (5)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	COLECTORA	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
		50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
ARTERIAL		60 A 70	3.20	3.25	3.75	6.75
		70 A 80	3.20	3.50	3.75	7.00
EXPRESAS		80 A 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 A 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías Urbanas, Capítulo 10 - Pág. 10/1

**Tabla N° A. 2: Bombeo de Calzada**

Ancho mínimo de carril en pista normal (Mts) (2.3) 2.75	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5 (1)	9.0 - 4.9

(1) En climas definitivamente desérticos se puede rebajar los bombeos hasta un mínimo de 1.0 % para pavimentos superiores y 2 % para el resto.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías Urbanas, Capítulo 10 - Pág. 10/2

**Tabla N° A. 3: Parámetros considerados para la clasificación vial**

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
<b>Velocidad de diseño</b>	Entre 80 y 100 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
<b>Características del flujo</b>	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
<b>Control de accesos y relación con otras vías</b>	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
<b>Número de carriles</b>	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
<b>Servicio a propiedades adyacentes</b>	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
<b>Servicio de transporte público</b>	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o "Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deber desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
<b>Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías</b>	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías Urbanas, Capítulo 02 - Pág. 2/2

**Tabla N° A. 4: Conteo de tráfico vehicular: Resumen del 31 de marzo al 06 de abril del 2008 (ida y vuelta)**

Descripción	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta
MOTOS LINEALES	320	300	352	408	313	363	314	362	307	358	378	425	218	270
MOTOTAXIS	2725	3508	2491	3390	2189	2922	2308	3117	2487	2909	2299	2718	1589	2060
AUTOMOVILES	328	430	321	519	386	568	387	565	415	537	462	601	236	278
STESHON	1615	2065	1186	1930	1177	1831	1177	1837	1506	1904	1376	1855	1367	1491
CAMIONETA SIMPLE	140	157	142	149	139	204	144	196	172	167	155	187	103	93
CAMIONETA 4*4	188	200	145	184	167	182	162	170	214	230	268	266	118	147
COMBIS	601	621	532	550	498	538	506	521	545	559	484	479	297	337
BUSES	47	47	36	64	53	72	45	55	51	44	27	44	14	24
CAMION 300-400	130	119	87	111	121	108	121	105	116	118	113	123	30	39
CAMION 800	25	24	28	28	38	28	33	31	28	23	16	19	7	7
CAMION 10 - 12 TN	17	6	15	18	24	15	16	9	17	8	7	5	3	0
CAMION 6 EJES	39	34	38	24	34	33	34	34	28	42	33	34	14	12
CAMION 3 EJES	13	19	7	6	13	16	13	12	17	11	15	16	7	7
VCLKSWAGEN	50	57	48	58	46	67	46	66	63	49	71	81	35	46
MICROS	253	245	214	231	218	192	218	212	222	223	204	190	67	114
VOLQUETE 3 EJES	26	19	12	13	18	21	18	19	19	12	9	9	0	0
VOLQUETE 2 EJES	26	0	22	19	32	34	32	29	25	19	25	21	0	0
CISTERNA 2 Y 3 EJES	7	15	7	8	14	8	6	5	5	7	6	2	0	0
SUBTOTAL	6550	7866	5683	7710	5480	7202	5580	7345	6237	7220	5948	7075	4105	4925
TOTAL	14416		13393		12682		12925		13457		13023		9030	

Fuente: Tomado del expediente del proyecto de Mantenimiento de la infraestructura vial de la Av. San Martín de Porres entre la Av. Atahualpa y la Av. Héroes del Cenepa, Mollepampa, provincia de Cajamarca. 2008.

**Tabla N° A. 5: Conteo de tráfico vehicular de ida: Lunes 31 de marzo 2008**

DESCRIPCION	6 - 7 am	7 - 8am	8 - 9 am	9 -10 am	10 - 11 am	11 - 12 am	12 - 1 pm	1 - 2 pm	2 - 3 pm	3 - 4 pm	4 - 5 pm	5 - 6 pm	6 - 7pm	7 - 8 pm
MOTOS LINEALES	9	23	21	25	27	29	23	40	22	13	18	20	29	21
MOTOTAXIS	140	240	210	201	180	194	194	215	204	176	182	172	220	197
AUTOMOVILES	12	17	12	30	20	21	22	43	31	14	18	27	33	28
STESHON	65	135	131	115	105	121	146	165	140	88	96	78	116	114
CAMIONETA SIMPLE	3	6	10	10	10	12	6	16	12	9	13	9	11	13
CAMIONETA 4*4	4	12	17	24	21	18	12	11	10	8	10	12	13	16
COMBIS	21	43	44	54	48	56	46	49	44	37	40	42	45	32
BUSES	2	3	6	6	4	4	3	1	3	2	2	3	6	2
CAMION 300-400	5	6	9	14	9	9	7	14	11	9	12	13	10	2
CAMION 800	0	0	1	1	3	2	1	6	2	3	1	3	2	0
CAMION 10 - 12 TN	0	3	0	1	1	1	2	1	0	3	1	1	3	0
CAMION 6 EJES	2	3	7	5	2	3	2	3	5	1	1	2	3	0
CAMION 3 EJES	0	1	1	3	2	0	2	1	0	0	0	1	2	0
VCLKSWAGEN	1	5	4	3	3	2	3	3	5	6	4	4	5	2
MICROS	12	17	22	16	18	19	20	24	18	17	18	18	20	14
VOLQUETE 3 EJES	0	2	1	1	1	6	3	4	1	0	0	3	4	0
VOLQUETE 2 EJES	1	2	3	2	3	3	2	0	1	0	1	4	4	0
CISTERNA 2 Y 3 EJES	0	1	0	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL	277	519	499	515	457	501	494	597	509	386	417	412	526	441

Fuente: Tomado del expediente del proyecto de Mantenimiento de la infraestructura vial de la Av. San Martín de Porres entre la Av. Atahualpa y la Av. Héroes del Cenepa, Mollepampa, provincia de Cajamarca. 2008.

**Tabla N° A. 6: Conteo de tráfico vehicular de vuelta: Lunes 31 de marzo 2008**

Descripción	6 - 7 am	7 - 8 am	8 - 9 am	9 - 10 am	10 - 11 am	11 - 12 am	12 - 1 pm	1 - 2 pm	2 - 3 pm	3 - 4 pm	4 - 5 pm	5 - 6 pm	6 - 7 pm	7 - 8 pm
MOTOS LINEALES	11	21	22	25	38	31	13	35	4	19	13	26	20	22
MOTOTAXIS	205	282	227	265	246	293	226	292	230	211	219	247	298	267
AUTOMÓVILES	18	20	17	40	36	43	31	32	28	40	36	30	30	29
STESHON	104	198	158	144	160	157	153	184	116	146	135	128	160	122
CAMIONETA SIMPLE	4	9	12	9	15	13	7	12	14	16	12	11	10	13
CAMIONETA 4*4	3	12	19	14	24	17	10	20	18	11	10	16	14	12
COMBIS	28	47	48	52	53	48	48	49	45	40	41	38	50	34
BUSES	3	4	4	2	5	4	2	3	1	1	5	3	6	4
CAMION 300-400	6	8	22	14	7	9	9	10	12	6	4	5	6	1
CAMION 800	0	1	2	1	2	3	2	3	1	1	2	2	4	0
CAMION 10 - 12 TN	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
CAMION 6 EJES	2	1	6	0	3	3	1	2	4	2	1	2	6	1
CAMION 3 EJES	0	1	3	3	2	0	2	0	1	0	1	2	3	1
VCLKSWAGEN	2	4	3	5	3	3	4	6	3	4	3	6	7	4
MICROS	13	14	24	19	18	17	18	23	16	19	17	14	18	15
VOLQUETE 3 EJES	4	1	3	0	1	3	0	2	0	0	1	0	4	0
VOLQUETE 2 EJES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CISTERNA 2 Y 3 EJES	1	1	2	0	1	3	0	2	0	0	1	0	4	0
<b>TOTAL</b>	<b>404</b>	<b>624</b>	<b>572</b>	<b>595</b>	<b>615</b>	<b>647</b>	<b>527</b>	<b>676</b>	<b>493</b>	<b>516</b>	<b>501</b>	<b>530</b>	<b>641</b>	<b>525</b>

Fuente: Tomado del expediente del proyecto de Mantenimiento de la infraestructura vial de la Av. San Martín de Porres entre la Av. Atahualpa y la Av. Héroes del Cenepa, Mollepampa, provincia de Cajamarca. 2008.

# **Anexo 2**

---

## **Reglamento Nacional de Tránsito**

**Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito.**

**DECRETO SUPREMO N° 016-2009-MTC**

**TITULO III.** De las vías.

**CAPÍTULO I.** Aspectos Generales.

**Artículo 9° Elementos.**

La vía comprende la calzada, la acera, la berma, la cuneta, el estacionamiento, el separador central, el jardín y el equipamiento de servicios necesarios para su utilización.

Las vías públicas se utilizan de conformidad con el presente reglamento y las normas que rigen sobre la materia.

**Artículo 10° Autoridad competente.**

Los elementos integrantes de la vía pública, sean funcionales, de servicio o de ornato complementarios, son habilitados o autorizados por las respectivas Autoridades, según su competencia.

**Artículo 13° Normas técnicas.**

Las normas técnicas de diseño, construcción y mantenimiento de las vías se encuentran establecidas en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura, al que se sujetarán las Autoridades competentes en sus respectivas jurisdicciones.

**Artículo 24° Prohibiciones.**

Está prohibido en la vía:

- 1) Destinar la calzada a otro uso que no sea el tránsito y el estacionamiento.
- 2) Ejercer el comercio ambulatorio o estacionario.

- 3) Colocar propaganda u otros objetos que puedan afectar el tránsito de peatones o vehículos o la señalización y la semaforización.
- 4) Dejar animales sueltos o situarlos en forma tal que obstaculicen el tránsito
- 5) Construir o colocar parapetos, kioscos, cabinas, cercos, paraderos u ornamentos en las esquinas u otros lugares de la vía que impidan la visibilidad del usuario de la misma.
- 6) Colocar en la calzada o en la acera elementos que obstruyan la libre circulación.
- 7) Derivar aguas servidas o de regadío o dejar elementos perturbadores del libre tránsito o desperdicios como maleza, desmonte, material de obra y otros, salvo maleza en lugares autorizados.
- 8) Recoger o dejar pasajeros en lugares no autorizados.

#### **Artículo 29° Dispositivos de control de tránsito.**

Los dispositivos de control de tránsito que se instalen en la vía pública, deben cumplir con las exigencias establecidas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, que aprueban el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en concordancia con los Convenios Internacionales suscritos por el Perú.

#### **Artículo 30° Tránsito en zona urbana.**

La autoridad competente podrá fijar en zona urbana:

- a) Vías o carriles para la circulación exclusiva de vehículos del servicio público de transporte de pasajeros.
- b) Sentidos de tránsito variables para un tramo de vía o una vía determinada, en horarios que la demanda lo justifique.

## **CAPÍTULO II. Dispositivos de control.**

### **SECCION I. Aspectos Generales.**

#### **Artículo 33° Señalización.**

La regulación del tránsito en la vía pública, debe ejecutarse mediante señales verticales, marcas en la calzada, semáforos, señales luminosas y dispositivos auxiliares.

Las normas para el diseño y la utilización de los dispositivos de regulación, se establecen en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras que aprueba el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La instalación, mantenimiento y renovación de los dispositivos de regulación del tránsito, en las vías urbanas de su jurisdicción es competencia de las Municipalidades Provinciales y de las Municipalidades Distritales, y se ejecutará conforme a lo establecido en el presente Reglamento y sus normas complementarias.

### **SECCION V. Policía Nacional del Perú.**

#### **Artículo 57° Obediencia al efectivo policial.**

Los usuarios de la vía están obligados a obedecer de inmediato cualquier orden de la Policía Nacional del Perú asignados al control del tránsito, que es la autoridad responsable de fiscalizar el cumplimiento de las normas de tránsito.

Las indicaciones de los efectivos de la Policía Nacional del Perú, asignados al control del tránsito, prevalecen sobre las señales luminosas o semáforos, y éstas sobre los demás dispositivos que regulan la circulación.

## **TITULO IV. De la circulación.**

### **CAPÍTULO I. De los peatones y uso de la vía.**

#### **Artículo 67° Circulación del peatón.**

Debe circular por las aceras, bermas o franjas laterales, según sea el caso, sin utilizar la calzada ni provocar molestias o trastornos a los demás usuarios, excepto cuando deba cruzar la calzada o encuentre un obstáculo que esté bloqueando el paso, y en tal caso, debe tomar las precauciones respectivas para evitar accidentes. Debe evitar transitar cerca al sardinel o al borde de la calzada.

### **CAPÍTULO II. De los conductores y uso de la vía.**

#### **Artículo 83° Precauciones.**

El conductor de cualquier vehículo debe:

1. Tener cuidado y consideración con los peatones y con los vehículos que transiten a su alrededor.
2. Tomar las debidas precauciones con los peatones que despejen la intersección en el momento que el semáforo ya no los autoriza a cruzar la calzada, debiendo detener su marcha absteniéndose de usar la bocina de forma que pudiera causar sobresalto o confusión al peatón.
3. Tener especial cuidado con las personas con discapacidad, niños, ancianos y mujeres embarazadas.

### **SECCION VI. Velocidades.**

#### **Artículo 160° Prudencia en la velocidad de la conducción.**

El conductor no debe conducir un vehículo a la velocidad mayor de la que sea razonable y prudente, bajo las condiciones de transitabilidad existentes en la vía, debiendo considerar los riesgos y peligros presentes y posibles.

En todo caso la velocidad debe ser tal, que le permita controlar el vehículo para evitar accidentes.

**Artículo 162° Límites máximos de velocidad.**

Cuando no existan los riesgos o circunstancias señaladas en los artículos anteriores, los límites máximos de velocidad son los siguientes:

- a) Zona urbana:
  - 1. En calles y jirones: 40 km/h
  - 2. En avenidas: 60 km/h
  - 3. En vías expresas: 80 km/h
  - 4. Zona escolar : 30 km/h
  - 5. Zona de hospital: 30 km/h

**Artículo 164° Límites máximos de velocidad especiales.**

Límites máximos especiales:

- a) En las intersecciones urbanas no semaforizadas; la velocidad precautoria, no debe superar a 30 km/h.
- b) En la proximidad de establecimientos escolares, deportivos y de gran afluencia de personas, durante el ingreso, su funcionamiento y evacuación, la velocidad precautoria no debe superar a 20 km/h.
- c) En vías que circunvalen zonas urbanas, 60 km/h, salvo señalización en contrario.

# APÉNDICES

---

# **Apéndice 1**

---

**Formato utilizado para el aforo**

### FORMATO PARA AFORO VEHICULAR

**Tramo de vía:** Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y la Av. Argentina.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Segmento:** \_\_\_\_\_

HORA										TOTAL
		M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L1	
7:00 a. m.	-	7:15 a. m.								
7:15 a. m.	-	7:30 a. m.								
7:30 a. m.	-	7:45 a. m.								
7:45 a. m.	-	8:00 a. m.								
8:00 a. m.	-	8:15 a. m.								
8:15 a. m.	-	8:30 a. m.								
8:30 a. m.	-	8:45 a. m.								
8:45 a. m.	-	9:00 a. m.								
9:00 a. m.	-	9:15 a. m.								
9:15 a. m.	-	9:30 a. m.								
9:30 a. m.	-	9:45 a. m.								
9:45 a. m.	-	10:00 a. m.								
10:00 a. m.	-	10:15 a. m.								
10:15 a. m.	-	10:30 a. m.								
10:30 a. m.	-	10:45 a. m.								
10:45 a. m.	-	11:00 a. m.								
11:00 a. m.	-	11:15 a. m.								
11:15 a. m.	-	11:30 a. m.								
11:30 a. m.	-	11:45 a. m.								
11:45 a. m.	-	12:00 p. m.								
12:00 p. m.	-	12:15 p. m.								
12:15 p. m.	-	12:30 p. m.								
12:30 p. m.	-	12:45 p. m.								
12:45 p. m.	-	1:00 p. m.								
1:00 p. m.	-	1:15 p. m.								
1:15 p. m.	-	1:30 p. m.								
1:30 p. m.	-	1:45 p. m.								
1:45 p. m.	-	2:00 p. m.								
2:00 p. m.	-	2:15 p. m.								
2:15 p. m.	-	2:30 p. m.								
2:30 p. m.	-	2:45 p. m.								
2:45 p. m.	-	3:00 p. m.								
3:00 p. m.	-	3:15 p. m.								
3:15 p. m.	-	3:30 p. m.								
3:30 p. m.	-	3:45 p. m.								
3:45 p. m.	-	4:00 p. m.								
4:00 p. m.	-	4:15 p. m.								
4:15 p. m.	-	4:30 p. m.								
4:30 p. m.	-	4:45 p. m.								
4:45 p. m.	-	5:00 p. m.								
5:00 p. m.	-	5:15 p. m.								
5:15 p. m.	-	5:30 p. m.								
5:30 p. m.	-	5:45 p. m.								
5:45 p. m.	-	6:00 p. m.								
6:00 p. m.	-	6:15 p. m.								
6:15 p. m.	-	6:30 p. m.								
6:30 p. m.	-	6:45 p. m.								
6:45 p. m.	-	7:00 p. m.								
7:00 p. m.	-	7:15 p. m.								
7:15 p. m.	-	7:30 p. m.								
7:30 p. m.	-	7:45 p. m.								
7:45 p. m.	-	8:00 p. m.								

# **Apéndice 2**

---

## **Aforo diario realizado**

## Aforo vehicular – segmento I

Datos correspondientes al día martes 19 de junio del 2018

HORA		M1	N1	N2 YN3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	35	15	6	20	0	1	114	30	221
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	50	16	5	14	2	0	113	15	215
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	40	24	3	16	3	1	141	17	245
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	49	21	4	12	1	1	142	20	250
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	32	12	3	17	1	0	111	27	203
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	47	13	2	11	2	0	112	12	199
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	37	20	4	13	1	0	138	14	227
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	37	11	5	13	0	0	79	16	161
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	32	18	8	20	1	0	113	13	205
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	26	15	12	16	3	0	122	26	220
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	35	12	8	13	3	0	102	17	190
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	42	11	5	27	4	0	115	13	217
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	29	14	9	17	1	0	92	18	180
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	35	21	4	15	3	0	89	18	185
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	25	17	10	20	2	1	70	13	158
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	36	13	3	19	3	1	94	13	182
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	33	15	9	12	1	0	71	10	151
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	30	10	10	21	2	0	82	8	163
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	33	12	6	20	2	0	74	18	165
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	29	20	12	26	2	1	95	12	197
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	42	13	9	20	2	1	93	19	199
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	43	18	8	23	2	1	87	14	196
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	45	17	14	22	2	0	92	20	212
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	41	14	12	21	3	0	95	19	205
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	41	18	14	26	3	0	92	23	217
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	46	15	13	28	2	0	91	28	223
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	42	17	8	25	2	0	92	24	210
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	29	19	10	27	1	0	87	24	197
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	29	22	11	28	2	0	86	23	201
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	28	21	12	29	2	1	89	26	208
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	27	12	12	27	1	0	87	24	190
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	33	16	7	24	1	0	86	21	188
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	24	9	6	18	2	1	83	22	165
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	29	6	3	20	1	0	82	23	164
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	33	11	14	24	2	2	98	12	196
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	33	11	9	26	4	0	83	17	183
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	36	10	13	21	2	0	72	18	172
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	41	27	6	18	2	0	100	27	221
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	34	16	8	16	2	0	89	10	175
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	25	6	3	24	4	0	90	16	168
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	28	8	5	30	4	0	72	11	158
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	24	10	5	21	4	0	89	28	181
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	30	6	8	14	4	2	96	14	174
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	36	8	8	16	1	1	64	20	154
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	25	20	6	16	3	0	129	15	214
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	33	12	5	12	2	0	115	24	203
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	46	18	5	19	3	0	140	19	250
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	51	25	8	14	2	1	145	23	269
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	21	17	3	13	2	0	124	12	192
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	23	12	2	10	1	0	113	20	181
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	21	15	2	16	2	0	113	16	185
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	20	21	5	11	0	0	111	20	188

Datos correspondientes al día miércoles 20 de junio del 2018

HORA		MI	N1	N2 YN3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	40	13	4	20	4	1	134	35	251
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	46	12	5	18	3	0	126	29	239
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	38	14	4	18	4	0	145	30	253
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	45	13	5	15	4	1	137	36	256
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	26	17	0	17	3	0	128	27	218
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	42	19	2	15	4	1	123	24	230
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	35	11	0	15	1	0	142	26	230
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	31	10	2	12	0	0	134	32	221
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	39	18	3	16	1	0	124	18	219
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	26	9	9	15	1	0	123	29	212
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	34	11	9	20	4	1	122	26	227
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	38	12	6	18	2	0	134	29	239
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	36	18	5	16	3	0	111	21	210
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	25	10	10	15	2	0	110	32	204
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	32	12	10	19	1	0	109	29	212
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	38	13	8	18	0	0	129	32	238
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	37	19	6	17	2	1	112	23	217
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	26	11	11	16	3	0	111	33	211
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	33	13	11	20	1	0	110	30	218
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	39	14	9	19	2	0	130	33	246
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	34	13	5	21	1	0	118	36	228
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	49	14	4	15	2	1	117	24	226
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	42	20	2	17	1	0	140	31	253
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	47	20	5	15	1	1	143	32	264
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	46	15	7	24	2	0	120	39	253
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	40	16	6	17	3	0	119	26	227
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	36	23	4	19	0	1	138	27	248
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	37	21	5	15	1	1	136	30	246
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	35	14	6	23	1	0	119	38	236
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	39	15	5	16	1	0	118	24	218
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	40	21	3	18	1	0	121	26	230
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	39	20	4	14	1	0	124	29	231
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	33	12	4	20	2	0	120	39	230
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	37	13	3	14	1	0	119	26	213
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	35	19	0	16	3	1	130	24	228
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	43	18	2	12	1	0	128	29	233
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	40	21	3	18	1	0	132	30	245
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	45	20	4	14	2	0	121	31	237
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	21	10	4	13	4	1	99	22	174
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	33	12	5	15	2	0	98	26	191
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	39	20	5	18	3	0	125	35	245
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	38	17	5	20	3	0	132	14	229
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	38	18	6	30	2	2	117	20	233
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	48	11	6	18	2	0	105	23	213
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	47	4	5	21	1	1	158	12	249
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	44	12	8	12	3	0	147	24	250
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	42	5	4	29	4	0	145	23	252
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	48	12	8	29	2	0	146	15	260
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	45	2	4	20	1	0	148	11	231
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	42	10	7	10	2	0	143	23	237
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	40	4	2	28	1	0	144	21	240
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	36	10	7	28	1	0	141	14	237

Datos correspondientes al día jueves 21 de junio del 2018

HORA		MI	N1	N2 YN3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	26	11	6	21	2	0	117	28	211
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	39	19	3	16	3	0	124	23	227
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	35	18	4	19	2	0	126	24	228
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	56	20	3	17	1	0	144	25	266
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	24	9	4	19	1	0	115	26	198
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	37	17	0	14	2	0	122	20	212
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	33	16	2	17	2	0	124	21	215
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	54	18	0	15	1	0	142	23	253
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	38	16	6	17	2	0	95	12	186
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	27	12	5	17	2	1	94	8	166
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	37	18	4	17	4	0	102	16	198
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	28	5	7	16	1	0	65	14	136
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	15	11	4	14	3	0	50	11	108
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	14	13	5	11	1	0	49	13	106
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	12	15	4	11	4	0	27	14	87
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	11	12	0	0	1	0	22	12	58
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	13	16	2	12	3	0	35	9	90
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	12	15	4	12	1	0	35	10	89
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	11	14	4	12	1	0	29	8	79
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	14	17	3	13	1	0	36	14	98
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	28	11	4	18	3	1	104	21	190
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	32	14	3	17	2	0	116	13	197
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	41	15	3	17	3	0	113	11	203
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	44	14	5	14	1	1	110	14	203
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	29	12	5	19	1	0	115	13	194
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	33	15	4	18	3	0	108	14	195
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	32	16	4	18	2	0	104	11	187
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	35	15	6	15	1	0	105	15	192
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	16	19	5	15	1	0	38	12	106
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	15	18	7	15	1	0	38	13	107
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	14	17	7	15	2	0	32	11	98
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	16	12	3	11	3	0	44	9	98
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	17	20	4	16	4	0	61	14	136
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	16	13	4	3	0	0	47	13	96
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	13	11	2	3	0	0	50	12	91
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	14	17	5	10	1	0	48	17	112
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	18	17	4	8	3	1	21	17	89
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	23	8	4	7	2	0	60	20	124
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	24	9	5	8	3	0	61	21	131
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	26	7	8	12	3	0	45	20	121
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	26	7	5	13	2	0	52	19	124
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	18	10	8	12	2	0	55	19	124
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	14	12	10	12	3	1	53	14	119
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	25	6	6	13	1	0	49	10	110
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	28	15	8	21	3	0	113	23	211
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	47	12	8	18	2	0	147	46	280
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	33	26	9	18	1	1	142	33	263
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	34	23	5	15	3	0	162	21	263
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	26	13	7	20	1	0	105	20	192
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	45	10	7	16	1	1	137	42	259
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	52	20	10	26	1	0	132	29	270
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	42	21	4	13	1	0	177	18	276

Datos correspondientes al día viernes 22 de junio del 2018

HORA		MI	N1	N2 YN3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	34	17	6	24	1	1	113	28	224
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	40	21	7	19	1	1	108	31	228
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	38	20	4	23	1	0	107	27	220
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	37	19	6	18	3	0	114	34	231
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	32	15	4	21	3	0	111	26	212
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	38	19	5	17	2	0	105	29	215
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	36	18	2	20	1	0	104	25	206
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	35	17	4	16	0	0	112	32	216
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	31	14	3	20	2	0	110	25	205
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	37	18	4	16	1	1	104	28	209
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	35	17	0	19	2	0	103	24	200
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	29	13	3	15	0	0	101	31	192
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	28	16	5	23	1	0	102	27	202
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	25	17	6	18	2	0	107	30	205
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	26	19	3	21	4	0	105	26	204
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	36	15	5	17	1	0	103	22	199
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	28	13	2	19	3	0	109	24	198
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	27	17	3	15	2	0	103	27	194
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	26	16	0	18	1	0	102	23	186
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	33	15	2	14	1	0	110	30	205
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	31	16	7	17	3	1	105	23	203
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	39	19	3	13	2	0	110	24	210
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	45	20	4	15	3	1	108	18	214
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	43	18	5	13	2	1	114	24	220
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	42	17	8	18	2	0	107	24	218
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	40	20	4	14	1	1	106	25	211
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	35	23	4	17	3	0	110	19	211
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	35	20	7	15	1	1	112	26	217
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	30	15	6	16	3	0	104	21	195
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	38	18	2	12	2	0	109	23	204
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	33	20	2	15	1	0	108	17	196
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	39	18	5	13	0	0	114	24	213
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	31	16	7	17	3	0	105	23	202
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	39	19	3	13	2	0	110	24	210
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	34	21	3	16	1	0	109	18	202
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	40	19	6	14	1	0	105	25	210
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	27	12	3	13	2	0	101	18	176
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	35	15	7	19	1	0	105	19	201
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	30	17	8	12	1	0	104	14	186
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	36	15	6	20	3	0	111	20	211
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	35	19	5	13	2	1	95	31	201
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	34	18	4	12	1	0	104	30	203
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	36	20	6	14	1	1	96	32	206
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	33	17	3	11	2	1	103	29	199
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	30	17	6	24	3	1	112	32	225
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	41	18	7	18	3	1	113	27	228
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	44	21	5	24	2	0	120	22	238
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	45	21	11	17	1	0	118	30	243
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	29	16	5	22	1	0	110	31	214
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	39	16	5	16	0	1	110	25	212
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	43	20	4	22	0	0	119	21	229
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	48	19	9	15	0	0	116	28	235

Datos correspondientes al día sábado 23 junio del 2018

HORA		M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	30	16	4	14	3	0	108	19	194
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	40	17	2	13	3	1	110	20	206
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	44	19	1	16	1	0	121	18	220
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	43	17	3	11	5	0	123	20	222
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	31	17	5	15	2	0	109	20	199
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	41	18	3	14	1	0	111	21	209
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	45	20	2	17	1	1	122	19	227
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	44	18	4	12	1	0	124	21	224
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	32	16	4	15	2	0	102	11	182
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	21	19	4	15	3	0	118	18	198
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	31	15	3	14	0	0	100	10	173
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	18	10	6	16	2	2	108	19	181
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	18	12	6	14	2	0	102	17	171
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	30	14	2	13	1	0	117	17	194
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	17	9	5	15	2	0	99	9	156
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	17	11	5	13	2	0	107	18	173
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	29	13	1	12	1	0	101	16	173
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	19	11	7	17	1	0	101	11	167
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	19	13	7	15	1	0	109	20	184
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	31	15	3	14	1	0	103	18	185
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	25	9	3	15	2	0	112	18	184
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	29	12	2	14	3	0	113	19	192
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	41	12	4	14	1	1	128	16	217
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	39	11	3	11	2	0	134	20	220
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	23	7	1	13	1	0	110	16	171
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	27	10	0	12	2	0	111	17	179
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	39	10	2	12	1	0	116	14	194
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	37	9	1	9	0	0	112	18	186
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	25	9	3	15	0	0	112	18	182
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	29	12	2	14	0	0	113	19	189
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	41	12	4	14	1	0	118	16	206
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	39	11	3	11	1	0	114	20	199
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	25	10	4	16	2	0	113	19	189
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	30	13	3	15	1	1	114	20	197
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	39	13	5	15	2	0	116	17	207
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	40	12	4	12	2	0	115	21	206
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	26	11	5	17	1	0	114	20	194
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	31	14	4	16	2	0	115	21	203
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	40	14	6	16	1	0	117	18	212
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	41	13	5	13	1	1	116	22	212
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	23	8	2	14	1	0	111	17	176
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	28	11	1	13	1	0	112	18	184
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	37	11	3	13	1	1	114	15	195
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	38	10	2	10	1	1	113	19	194
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	32	14	4	16	0	0	126	17	209
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	32	11	4	13	0	0	123	16	199
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	45	13	2	16	1	1	128	15	221
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	39	17	3	10	1	0	128	21	219
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	29	11	1	13	1	0	123	14	192
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	29	8	1	10	0	1	120	13	182
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	42	10	1	13	0	0	125	12	203
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	36	14	0	7	0	0	125	18	200

Datos correspondientes al día domingo 24 junio del 2018

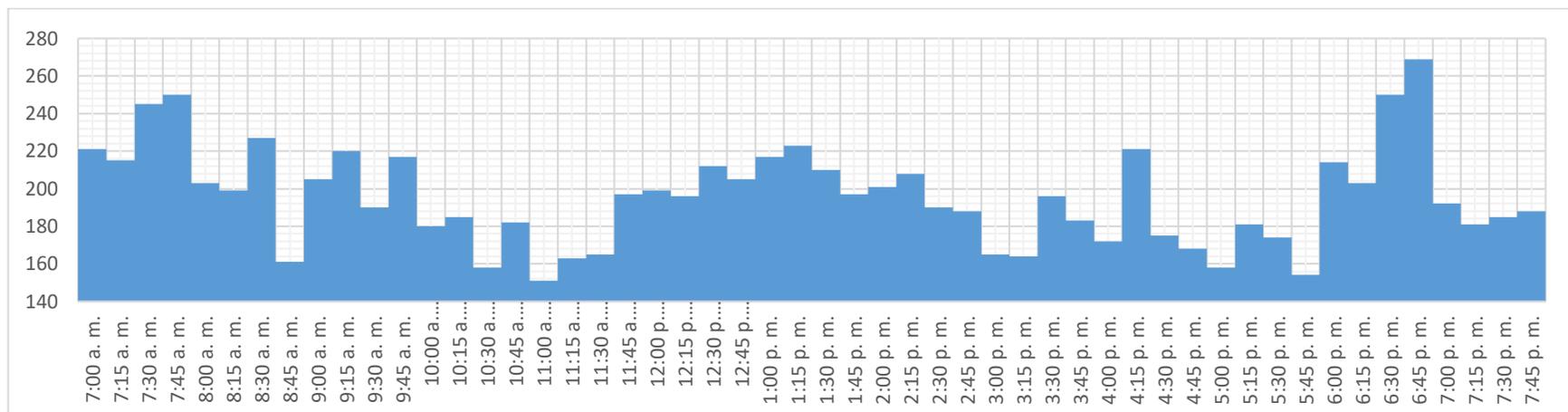
HORA		M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	25	14	3	18	1	1	98	22	182
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	32	15	1	13	1	0	97	22	181
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	30	14	1	18	1	1	96	17	178
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	36	13	1	13	0	0	100	23	186
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	35	13	2	17	1	0	99	21	188
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	31	14	1	12	0	0	96	21	175
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	29	13	1	17	1	1	97	16	175
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	27	12	1	12	0	0	95	22	169
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	34	12	1	16	0	0	98	20	181
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	30	13	2	11	0	0	95	20	171
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	28	12	2	16	0	1	96	15	170
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	26	11	1	11	0	0	94	21	164
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	25	10	3	10	0	0	93	20	161
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	27	11	1	15	1	0	95	14	164
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	28	11	2	9	0	0	93	18	161
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	32	10	1	14	1	0	96	18	172
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	33	11	2	15	0	0	97	19	177
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	32	12	3	16	0	0	96	23	182
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	33	15	1	17	0	0	97	24	187
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	34	16	2	18	1	0	99	26	196
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	26	14	3	19	2	1	100	22	187
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	34	17	1	13	1	0	108	21	195
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	31	17	1	16	2	1	130	17	215
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	36	19	1	11	2	0	124	23	216
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	32	10	1	14	0	0	96	18	171
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	31	11	2	15	0	0	95	22	176
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	32	14	0	16	0	0	96	23	181
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	33	15	1	17	1	0	98	25	190
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	24	9	2	9	0	0	92	19	155
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	26	10	0	14	1	0	94	13	158
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	27	10	1	8	0	0	92	17	155
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	31	9	0	13	0	0	95	17	165
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	22	7	0	7	0	0	90	17	143
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	24	8	0	12	0	0	92	11	147
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	25	8	0	6	1	0	90	15	145
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	29	7	0	11	0	0	93	15	155
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	20	4	1	10	1	1	92	11	140
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	19	3	0	9	0	0	90	10	131
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	26	7	2	15	0	0	82	7	139
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	22	5	0	12	0	0	92	11	142
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	13	6	4	7	0	0	90	7	127
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	14	5	2	4	0	0	82	7	114
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	19	2	0	6	1	1	70	3	102
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	15	4	1	11	1	0	92	8	132
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	15	1	1	5	0	0	94	3	119
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	25	6	2	7	1	0	98	6	145
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	24	8	1	11	0	0	92	8	144
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	27	5	2	9	0	0	102	8	153
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	24	0	0	4	1	1	72	2	104
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	24	5	1	6	0	0	76	5	117
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	23	7	0	10	0	0	70	7	117
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	26	4	1	8	0	0	80	7	126

Datos correspondientes al día lunes 25 junio del 2018

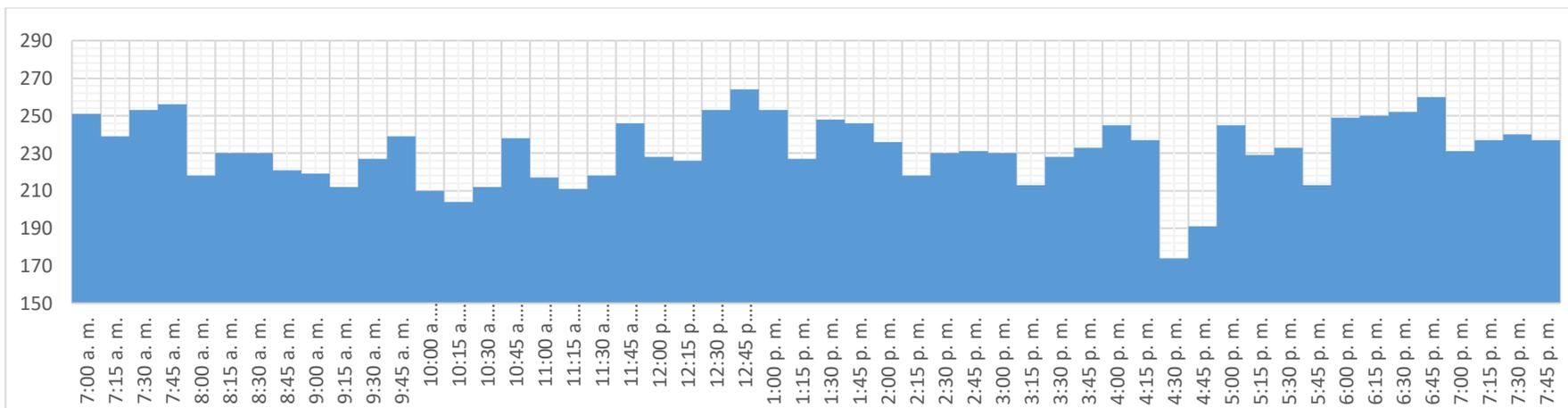
HORA		M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	57	15	4	23	2	0	172	26	299
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	54	15	6	14	2	2	153	30	276
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	48	22	4	24	3	2	167	35	305
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	56	21	5	15	2	0	186	40	325
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	42	14	3	22	4	0	161	24	270
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	41	14	5	12	5	0	152	29	258
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	44	20	4	14	3	0	155	39	279
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	42	21	3	23	5	2	146	34	276
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	40	15	4	21	2	0	148	26	256
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	42	17	6	18	2	2	134	30	251
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	42	22	4	24	3	2	137	35	269
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	44	21	5	15	2	0	131	40	258
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	43	18	6	20	3	0	132	23	245
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	41	16	3	10	3	0	142	28	243
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	42	17	2	11	3	0	134	33	242
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	45	18	8	21	2	0	132	38	264
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	28	17	6	26	4	0	131	30	242
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	38	17	4	14	5	0	138	30	246
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	38	21	3	22	3	0	130	21	238
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	59	22	3	17	3	0	142	28	274
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	29	18	8	27	4	2	146	32	266
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	39	18	5	15	6	2	138	32	255
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	39	22	4	23	5	0	165	22	280
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	55	23	4	18	4	0	162	29	295
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	58	26	10	29	4	0	173	34	334
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	41	21	8	17	4	0	179	34	304
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	41	24	6	26	4	0	159	24	284
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	34	21	6	21	3	0	160	32	277
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	33	17	6	12	3	0	86	33	190
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	24	21	3	15	2	0	78	22	165
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	35	21	5	11	3	0	95	12	182
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	22	8	2	9	2	0	95	11	149
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	38	22	11	17	3	0	90	14	195
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	29	14	4	20	2	0	83	27	179
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	42	34	10	24	3	0	82	22	217
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	26	23	10	20	2	0	76	20	177
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	39	23	12	18	3	0	92	15	202
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	30	15	5	21	4	0	84	28	187
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	41	15	11	17	3	0	101	18	206
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	28	14	6	15	6	0	101	17	187
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	45	15	9	24	3	2	108	23	229
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	53	23	8	18	3	0	96	24	225
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	48	18	8	24	5	2	116	18	239
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	34	21	5	26	5	0	118	15	224
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	46	21	8	20	2	2	124	14	237
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	38	14	4	23	2	2	126	20	229
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	67	29	9	34	4	0	135	47	325
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	64	22	6	34	3	0	243	28	400
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	44	18	5	32	2	2	122	23	248
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	45	18	2	32	0	0	128	33	258
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	46	27	6	21	0	0	120	17	237
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	35	20	4	17	0	0	140	26	242

## Gráficas correspondientes a los aforos de 13 horas para el segmento I

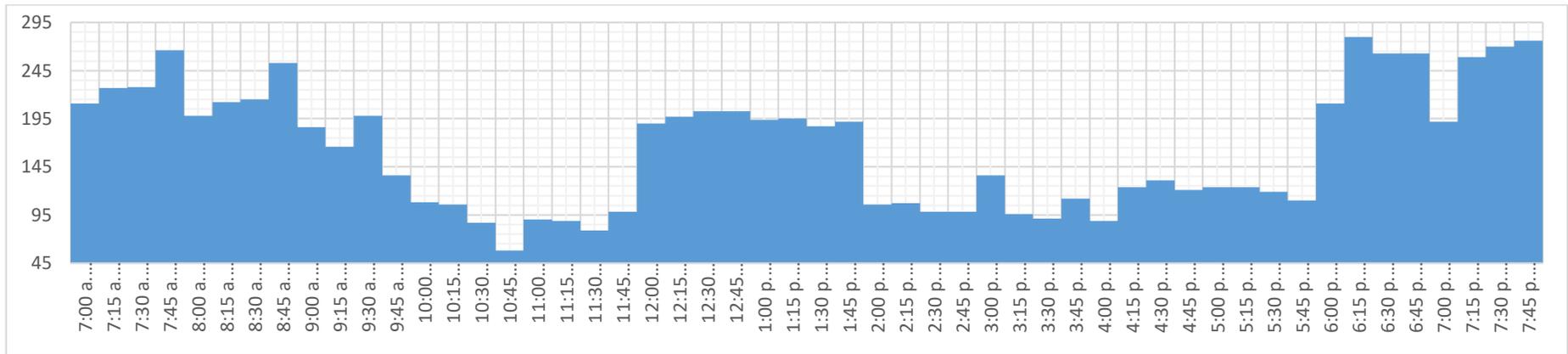
**Figura N° 1:** Flujo vehicular correspondiente al día martes 19 de junio del 2018



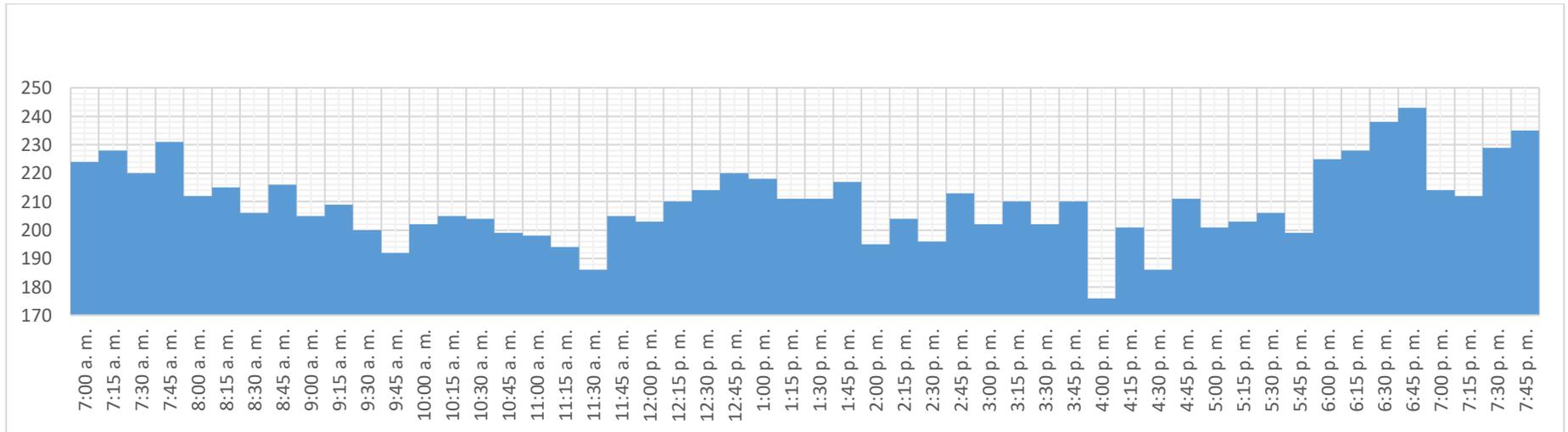
**Figura N° 2:** Flujo vehicular correspondiente al día miércoles 20 de junio del 2018



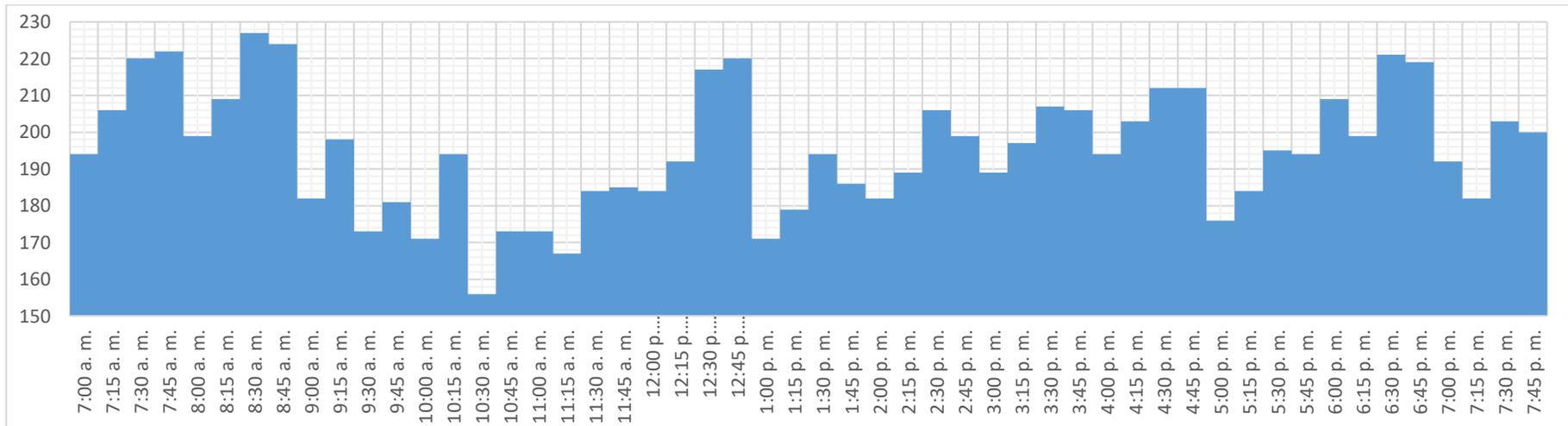
**Figura N° 3:** Flujo vehicular correspondiente al día jueves 21 de junio del 2018



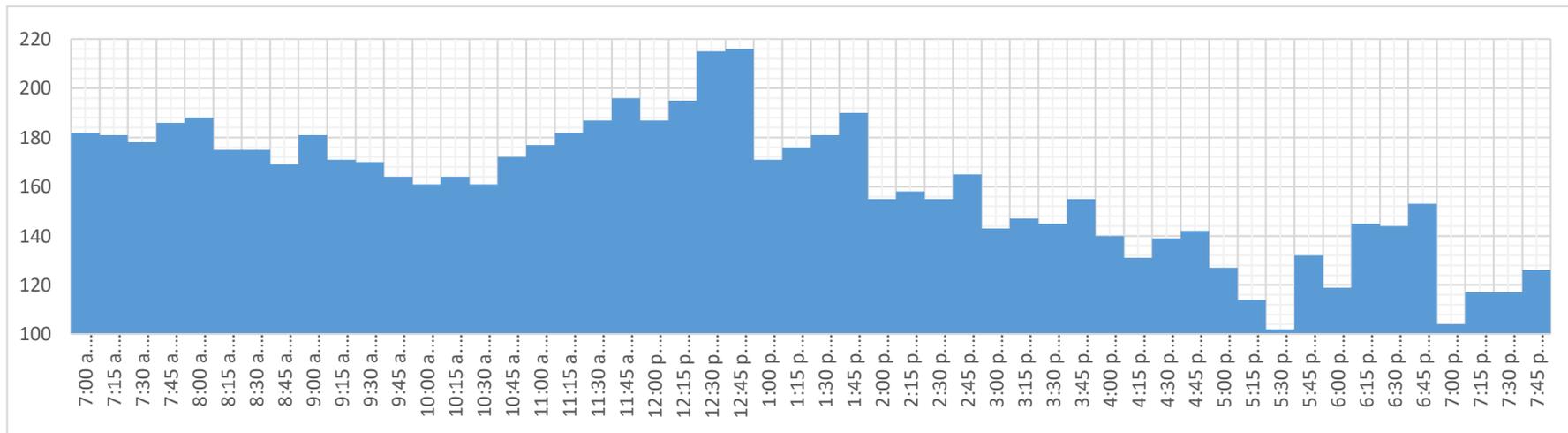
**Figura N° 4:** Flujo vehicular correspondiente al día viernes 22 de junio del 2018



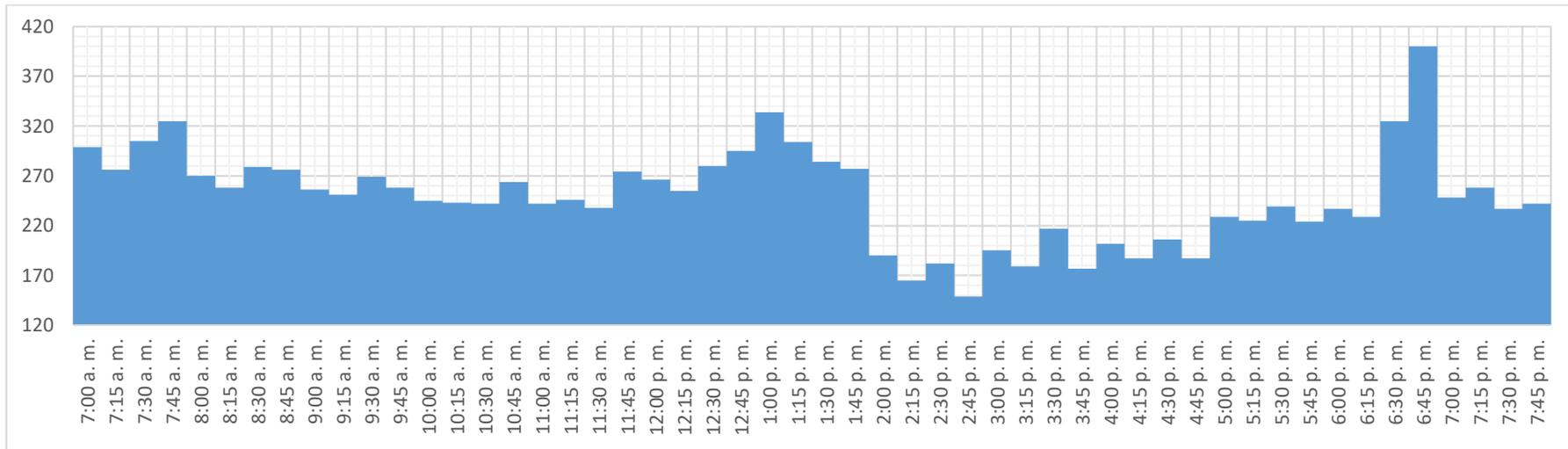
**Figura N° 5:** Flujo vehicular correspondiente al día sábado 23 de junio del 2018



**Figura N° 6:** Flujo vehicular correspondiente al día domingo 24 de junio del 2018



**Figura N° 7:** Flujo vehicular correspondiente al día lunes 25 de junio del 2018



## Aforo vehicular – segmento II

Datos correspondientes al día martes 19 de junio del 2018

HORA		M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	63	23	6	20	3	1	171	24	311
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	52	23	7	25	3	0	168	24	302
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	57	21	7	23	3	0	149	29	289
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	48	19	5	26	3	1	140	23	265
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	60	19	3	17	1	0	167	20	287
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	49	19	4	21	2	0	165	20	280
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	54	18	4	19	1	0	145	26	267
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	27	15	7	14	1	0	88	17	169
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	56	12	16	19	2	0	91	24	220
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	62	15	7	21	3	0	129	19	256
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	24	6	8	21	0	0	103	17	179
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	34	17	4	24	3	0	121	11	214
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	34	13	7	16	1	0	110	13	194
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	56	14	2	25	1	0	124	11	233
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	34	14	5	14	2	0	88	6	163
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	35	14	8	24	1	0	98	11	191
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	50	18	4	20	3	0	106	8	209
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	46	18	5	24	0	0	99	9	201
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	30	14	5	16	1	0	120	21	207
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	41	14	4	17	5	0	125	23	229
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	42	22	12	28	2	0	119	29	254
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	46	18	14	22	4	0	116	28	248
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	46	23	12	27	2	0	111	40	261
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	41	28	17	32	3	0	112	41	274
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	50	20	10	26	1	0	121	27	255
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	44	18	11	28	2	0	123	26	252
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	44	21	10	24	2	0	108	38	247
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	48	26	15	29	1	0	110	39	268
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	42	16	8	21	1	0	101	23	212
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	37	13	9	24	1	0	98	21	203
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	37	17	8	20	1	0	94	32	209
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	41	21	12	25	1	0	95	33	228
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	20	9	2	12	1	0	89	7	140
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	52	12	4	12	1	0	108	21	210
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	34	12	4	19	1	0	94	14	178
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	36	11	6	19	3	0	107	14	196
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	30	11	14	17	2	0	88	17	179
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	35	3	3	26	3	0	94	25	189
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	33	8	8	15	2	1	120	10	197
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	33	11	3	19	6	1	95	9	177
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	34	11	5	24	4	0	111	15	204
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	30	11	5	11	1	0	87	21	166
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	47	13	7	20	2	0	128	8	225
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	31	9	7	14	1	1	111	19	193
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	55	27	7	19	1	1	152	26	288
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	61	23	7	23	4	1	160	20	299
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	51	30	5	18	2	0	146	29	281
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	62	27	7	26	2	1	154	26	305
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	49	7	5	12	1	0	152	24	250
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	39	25	5	10	1	0	145	16	241
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	38	20	5	13	1	1	142	19	239
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	36	28	3	16	0	0	140	17	240

Datos correspondientes al día miércoles 20 de junio del 2018

HORA		M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	71	23	4	19	5	0	171	38	331
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	52	24	7	29	5	0	166	36	319
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	67	19	6	26	3	1	149	41	312
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	53	19	7	25	3	0	140	32	279
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	69	20	2	17	3	0	168	35	314
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	50	21	5	27	2	0	164	33	302
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	65	17	4	24	1	0	146	38	295
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	51	17	5	23	0	0	138	29	263
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	29	7	2	15	3	0	155	26	237
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	45	14	6	12	2	0	124	26	229
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	31	6	5	18	3	0	133	24	220
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	31	11	7	18	0	0	131	23	221
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	28	6	2	14	2	0	154	24	230
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	44	13	5	11	1	0	123	24	221
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	30	5	4	17	1	0	132	23	212
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	30	10	6	17	1	1	130	21	216
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	30	8	4	16	2	0	156	27	243
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	46	15	7	13	3	0	125	27	236
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	32	7	6	19	2	0	134	26	226
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	32	12	8	19	2	0	132	24	229
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	37	23	6	20	1	0	152	33	272
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	48	19	6	25	2	1	154	27	282
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	46	27	4	19	2	1	155	39	293
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	51	24	6	27	0	0	147	35	290
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	66	19	3	17	2	0	159	29	295
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	56	16	3	21	2	1	161	23	283
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	57	24	0	16	1	0	152	35	285
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	46	20	3	24	1	0	134	30	258
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	49	21	5	19	1	0	144	30	269
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	46	18	5	23	1	0	146	24	263
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	47	25	3	18	1	0	147	36	277
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	46	22	5	25	1	0	130	32	261
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	46	21	3	18	2	0	145	35	270
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	51	23	6	28	2	0	144	23	277
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	56	18	5	25	1	0	146	28	279
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	52	18	6	24	0	0	138	29	267
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	48	19	9	19	1	0	143	23	262
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	53	18	5	16	1	0	108	23	224
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	46	17	7	17	1	0	141	29	258
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	51	16	3	14	2	0	105	20	211
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	44	15	5	15	3	0	139	26	247
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	49	14	0	12	2	0	103	17	197
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	34	15	6	19	4	1	125	29	233
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	42	19	4	29	4	1	132	24	255
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	50	16	11	28	2	0	178	17	302
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	42	18	8	32	1	0	171	29	301
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	46	21	9	34	4	0	215	32	361
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	51	24	10	21	0	0	152	18	276
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	41	11	8	23	3	1	154	14	255
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	35	10	5	26	2	1	147	26	252
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	32	10	6	28	1	0	131	29	237
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	30	10	7	16	1	0	131	15	210

Datos correspondientes al día jueves 21 de junio del 2018

HORA			M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	-	7:15 a. m.	41	23	2	19	3	1	136	26	251
7:15 a. m.	-	7:30 a. m.	42	19	8	29	3	1	132	26	260
7:30 a. m.	-	7:45 a. m.	44	17	6	25	2	0	132	24	250
7:45 a. m.	-	8:00 a. m.	38	20	5	25	5	0	134	25	252
8:00 a. m.	-	8:15 a. m.	41	21	0	17	3	0	132	20	234
8:15 a. m.	-	8:30 a. m.	39	17	6	27	2	0	130	19	240
8:30 a. m.	-	8:45 a. m.	38	15	4	23	1	0	135	17	233
8:45 a. m.	-	9:00 a. m.	36	18	3	23	0	0	132	23	235
9:00 a. m.	-	9:15 a. m.	38	10	5	18	3	0	114	18	206
9:15 a. m.	-	9:30 a. m.	32	12	3	22	2	0	87	10	168
9:30 a. m.	-	9:45 a. m.	39	19	13	21	2	0	107	19	220
9:45 a. m.	-	10:00 a. m.	20	10	3	16	1	0	67	17	134
10:00 a. m.	-	10:15 a. m.	18	17	4	16	1	0	68	11	135
10:15 a. m.	-	10:30 a. m.	21	15	5	15	3	0	62	17	138
10:30 a. m.	-	10:45 a. m.	20	13	12	16	0	0	62	14	137
10:45 a. m.	-	11:00 a. m.	22	11	12	12	0	0	82	10	149
11:00 a. m.	-	11:15 a. m.	18	14	14	18	1	1	49	17	132
11:15 a. m.	-	11:30 a. m.	19	15	15	19	1	0	62	14	145
11:30 a. m.	-	11:45 a. m.	39	16	12	17	1	0	82	15	182
11:45 a. m.	-	12:00 p. m.	40	17	13	18	1	0	80	16	185
12:00 p. m.	-	12:15 p. m.	41	29	5	25	3	1	97	30	231
12:15 p. m.	-	12:30 p. m.	49	31	5	28	1	0	101	27	242
12:30 p. m.	-	12:45 p. m.	46	30	7	25	1	0	106	31	246
12:45 p. m.	-	1:00 p. m.	48	30	5	28	2	0	112	26	251
1:00 p. m.	-	1:15 p. m.	47	30	6	26	2	0	113	31	255
1:15 p. m.	-	1:30 p. m.	42	32	6	29	1	0	115	28	253
1:30 p. m.	-	1:45 p. m.	47	31	8	26	1	0	118	32	263
1:45 p. m.	-	2:00 p. m.	45	31	6	29	1	0	117	27	256
2:00 p. m.	-	2:15 p. m.	40	24	0	20	0	0	117	25	226
2:15 p. m.	-	2:30 p. m.	36	26	0	23	2	0	116	22	225
2:30 p. m.	-	2:45 p. m.	44	25	3	20	1	0	118	26	237
2:45 p. m.	-	3:00 p. m.	22	17	13	12	0	0	74	13	151
3:00 p. m.	-	3:15 p. m.	34	19	16	14	4	0	88	17	192
3:15 p. m.	-	3:30 p. m.	21	12	13	14	1	0	68	13	142
3:30 p. m.	-	3:45 p. m.	23	13	11	13	0	0	66	12	138
3:45 p. m.	-	4:00 p. m.	14	14	15	15	2	0	47	14	121
4:00 p. m.	-	4:15 p. m.	18	18	15	20	3	0	62	12	148
4:15 p. m.	-	4:30 p. m.	29	11	12	12	1	0	78	12	155
4:30 p. m.	-	4:45 p. m.	31	13	14	14	2	0	80	14	168
4:45 p. m.	-	5:00 p. m.	31	17	17	11	4	0	63	12	155
5:00 p. m.	-	5:15 p. m.	32	19	18	18	4	1	72	19	183
5:15 p. m.	-	5:30 p. m.	39	12	13	17	3	0	63	10	157
5:30 p. m.	-	5:45 p. m.	27	11	15	19	3	0	63	15	153
5:45 p. m.	-	6:00 p. m.	23	19	13	12	2	0	74	19	162
6:00 p. m.	-	6:15 p. m.	51	15	21	26	0	0	93	12	218
6:15 p. m.	-	6:30 p. m.	54	12	16	12	3	0	126	20	243
6:30 p. m.	-	6:45 p. m.	40	23	22	20	2	0	128	20	255
6:45 p. m.	-	7:00 p. m.	52	16	20	17	0	0	124	10	239
7:00 p. m.	-	7:15 p. m.	42	11	16	20	2	0	106	16	213
7:15 p. m.	-	7:30 p. m.	42	9	12	12	1	0	99	12	187
7:30 p. m.	-	7:45 p. m.	40	18	17	10	1	0	97	12	195
7:45 p. m.	-	8:00 p. m.	40	12	15	11	1	0	96	14	189

Datos correspondientes al día viernes 22 de junio del 2018

HORA			M1	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	-	7:15 a. m.	45	31	5	20	1	2	128	32	264
7:15 a. m.	-	7:30 a. m.	48	26	3	26	1	2	126	30	262
7:30 a. m.	-	7:45 a. m.	52	25	4	19	3	0	131	35	269
7:45 a. m.	-	8:00 a. m.	52	27	4	27	3	2	133	29	277
8:00 a. m.	-	8:15 a. m.	42	29	3	18	5	1	125	30	253
8:15 a. m.	-	8:30 a. m.	46	24	0	24	2	0	124	28	248
8:30 a. m.	-	8:45 a. m.	50	23	2	17	1	0	129	33	255
8:45 a. m.	-	9:00 a. m.	50	25	2	25	0	0	131	27	260
9:00 a. m.	-	9:15 a. m.	41	28	2	17	2	0	124	29	243
9:15 a. m.	-	9:30 a. m.	45	23	3	23	1	1	123	27	246
9:30 a. m.	-	9:45 a. m.	49	21	4	16	2	0	128	32	252
9:45 a. m.	-	10:00 a. m.	49	24	4	24	0	0	130	26	257
10:00 a. m.	-	10:15 a. m.	44	30	4	19	1	0	126	31	255
10:15 a. m.	-	10:30 a. m.	47	25	2	25	2	0	125	29	255
10:30 a. m.	-	10:45 a. m.	51	24	3	18	4	0	130	24	254
10:45 a. m.	-	11:00 a. m.	51	26	3	26	1	0	132	28	267
11:00 a. m.	-	11:15 a. m.	40	27	0	16	3	0	123	28	237
11:15 a. m.	-	11:30 a. m.	44	21	3	21	2	0	122	26	239
11:30 a. m.	-	11:45 a. m.	48	20	3	15	1	0	126	31	244
11:45 a. m.	-	12:00 p. m.	48	23	3	23	1	0	129	25	252
12:00 p. m.	-	12:15 p. m.	43	27	4	23	1	0	136	34	268
12:15 p. m.	-	12:30 p. m.	48	27	7	23	2	2	133	37	279
12:30 p. m.	-	12:45 p. m.	50	27	7	24	2	0	130	41	281
12:45 p. m.	-	1:00 p. m.	45	28	8	26	2	0	133	34	276
1:00 p. m.	-	1:15 p. m.	52	28	5	24	2	0	137	35	283
1:15 p. m.	-	1:30 p. m.	53	28	8	24	1	1	134	38	287
1:30 p. m.	-	1:45 p. m.	52	29	7	26	3	0	128	35	280
1:45 p. m.	-	2:00 p. m.	47	30	6	28	1	1	125	26	264
2:00 p. m.	-	2:15 p. m.	48	25	3	21	3	0	126	22	248
2:15 p. m.	-	2:30 p. m.	49	25	6	21	2	0	127	25	255
2:30 p. m.	-	2:45 p. m.	48	26	5	23	1	0	125	27	255
2:45 p. m.	-	3:00 p. m.	43	27	4	25	0	0	128	33	260
3:00 p. m.	-	3:15 p. m.	41	27	4	23	3	0	136	34	268
3:15 p. m.	-	3:30 p. m.	42	27	7	23	2	0	133	37	271
3:30 p. m.	-	3:45 p. m.	41	28	6	25	1	0	131	41	273
3:45 p. m.	-	4:00 p. m.	46	29	5	27	1	0	124	35	267
4:00 p. m.	-	4:15 p. m.	47	23	4	18	2	0	132	30	256
4:15 p. m.	-	4:30 p. m.	41	23	7	19	1	0	129	33	253
4:30 p. m.	-	4:45 p. m.	47	24	8	20	1	0	126	37	263
4:45 p. m.	-	5:00 p. m.	41	25	6	20	3	0	130	31	256
5:00 p. m.	-	5:15 p. m.	47	20	6	14	2	1	135	33	258
5:15 p. m.	-	5:30 p. m.	45	18	4	12	1	0	130	30	240
5:30 p. m.	-	5:45 p. m.	47	20	6	14	1	1	128	32	249
5:45 p. m.	-	6:00 p. m.	44	17	3	11	2	1	131	29	238
6:00 p. m.	-	6:15 p. m.	59	32	5	29	2	1	144	34	306
6:15 p. m.	-	6:30 p. m.	56	34	5	29	4	0	150	30	308
6:30 p. m.	-	6:45 p. m.	48	33	10	32	1	1	155	36	316
6:45 p. m.	-	7:00 p. m.	62	44	8	38	6	0	147	32	337
7:00 p. m.	-	7:15 p. m.	51	27	4	25	1	0	125	29	262
7:15 p. m.	-	7:30 p. m.	47	28	3	24	0	1	130	25	258
7:30 p. m.	-	7:45 p. m.	41	28	8	27	0	0	135	31	270
7:45 p. m.	-	8:00 p. m.	52	36	5	31	0	0	126	26	276

Datos correspondientes al día sábado 23 de junio del 2018

HORA			MI	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	-	7:15 a. m.	39	24	3	23	2	0	117	24	232
7:15 a. m.	-	7:30 a. m.	36	23	3	26	2	0	116	22	228
7:30 a. m.	-	7:45 a. m.	37	29	3	13	1	2	114	25	224
7:45 a. m.	-	8:00 a. m.	39	27	1	16	1	0	111	21	216
8:00 a. m.	-	8:15 a. m.	37	15	7	18	1	0	116	16	210
8:15 a. m.	-	8:30 a. m.	38	13	9	14	2	0	104	17	197
8:30 a. m.	-	8:45 a. m.	36	11	9	13	1	0	112	13	195
8:45 a. m.	-	9:00 a. m.	30	16	8	13	0	0	102	15	184
9:00 a. m.	-	9:15 a. m.	38	23	2	12	1	0	106	23	205
9:15 a. m.	-	9:30 a. m.	35	22	2	15	1	0	105	22	202
9:30 a. m.	-	9:45 a. m.	36	28	2	12	1	1	103	24	207
9:45 a. m.	-	10:00 a. m.	38	26	0	15	1	0	100	20	200
10:00 a. m.	-	10:15 a. m.	39	17	9	13	2	0	108	18	206
10:15 a. m.	-	10:30 a. m.	40	15	11	16	2	0	95	19	198
10:30 a. m.	-	10:45 a. m.	38	13	11	15	1	0	109	15	202
10:45 a. m.	-	11:00 a. m.	32	15	10	15	1	0	104	13	190
11:00 a. m.	-	11:15 a. m.	38	18	10	17	2	0	109	19	213
11:15 a. m.	-	11:30 a. m.	36	16	12	16	2	0	106	20	208
11:30 a. m.	-	11:45 a. m.	39	14	12	16	2	0	105	16	204
11:45 a. m.	-	12:00 p. m.	33	19	11	16	2	1	105	14	201
12:00 p. m.	-	12:15 p. m.	41	29	2	19	3	0	115	26	235
12:15 p. m.	-	12:30 p. m.	39	27	4	14	2	1	104	26	217
12:30 p. m.	-	12:45 p. m.	41	25	1	19	2	0	108	25	221
12:45 p. m.	-	1:00 p. m.	37	25	2	14	1	1	120	25	225
1:00 p. m.	-	1:15 p. m.	35	23	1	11	1	0	100	22	193
1:15 p. m.	-	1:30 p. m.	37	21	3	15	1	0	104	21	202
1:30 p. m.	-	1:45 p. m.	33	21	2	16	1	0	116	21	210
1:45 p. m.	-	2:00 p. m.	31	19	3	16	1	0	96	18	184
2:00 p. m.	-	2:15 p. m.	36	24	2	12	0	0	101	23	198
2:15 p. m.	-	2:30 p. m.	38	22	4	16	1	0	105	22	208
2:30 p. m.	-	2:45 p. m.	34	22	3	13	0	0	117	22	211
2:45 p. m.	-	3:00 p. m.	31	20	4	17	1	0	100	19	192
3:00 p. m.	-	3:15 p. m.	38	25	3	16	1	0	102	24	209
3:15 p. m.	-	3:30 p. m.	39	23	5	17	1	0	106	23	214
3:30 p. m.	-	3:45 p. m.	35	23	4	15	0	0	118	23	218
3:45 p. m.	-	4:00 p. m.	32	21	5	18	0	0	101	20	197
4:00 p. m.	-	4:15 p. m.	39	26	4	13	1	0	103	25	211
4:15 p. m.	-	4:30 p. m.	40	24	6	18	2	0	107	24	221
4:30 p. m.	-	4:45 p. m.	40	15	13	14	1	1	116	17	217
4:45 p. m.	-	5:00 p. m.	34	20	12	13	2	0	106	15	202
5:00 p. m.	-	5:15 p. m.	36	23	3	10	2	0	100	22	196
5:15 p. m.	-	5:30 p. m.	37	21	3	15	2	0	104	21	203
5:30 p. m.	-	5:45 p. m.	37	12	10	14	1	0	113	14	201
5:45 p. m.	-	6:00 p. m.	31	17	9	14	1	1	103	12	188
6:00 p. m.	-	6:15 p. m.	45	22	4	18	2	0	119	23	233
6:15 p. m.	-	6:30 p. m.	43	21	4	19	2	1	120	22	232
6:30 p. m.	-	6:45 p. m.	48	25	2	23	0	1	129	25	253
6:45 p. m.	-	7:00 p. m.	41	23	4	14	0	1	119	22	224
7:00 p. m.	-	7:15 p. m.	41	18	3	14	3	0	115	19	213
7:15 p. m.	-	7:30 p. m.	39	17	5	15	2	0	116	18	212
7:30 p. m.	-	7:45 p. m.	44	21	2	19	0	1	125	21	233
7:45 p. m.	-	8:00 p. m.	37	19	1	10	0	1	115	18	201

Datos correspondientes al día domingo 24 de junio del 2018

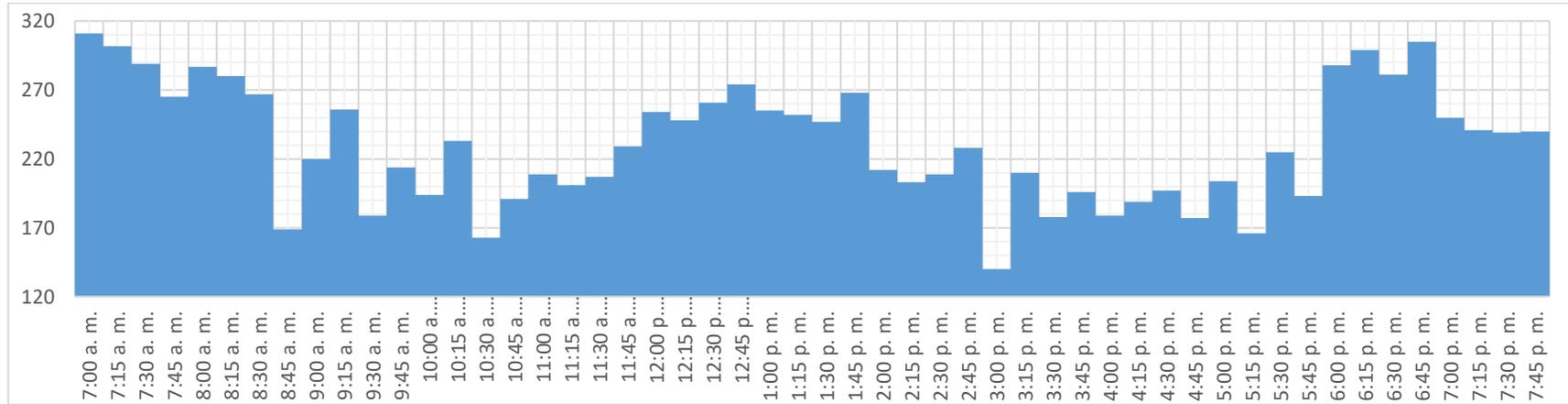
HORA			MI	N1	N2 Y N3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	-	7:15 a. m.	34	26	1	19	1	1	113	28	223
7:15 a. m.	-	7:30 a. m.	33	22	1	23	1	2	111	27	220
7:30 a. m.	-	7:45 a. m.	36	19	0	20	3	1	118	29	226
7:45 a. m.	-	8:00 a. m.	37	19	0	21	0	0	109	26	212
8:00 a. m.	-	8:15 a. m.	35	25	0	18	1	0	99	27	205
8:15 a. m.	-	8:30 a. m.	32	21	1	12	0	0	97	26	189
8:30 a. m.	-	8:45 a. m.	35	18	1	19	1	1	98	28	201
8:45 a. m.	-	9:00 a. m.	37	18	1	12	0	0	95	25	188
9:00 a. m.	-	9:15 a. m.	34	24	3	17	0	0	98	26	202
9:15 a. m.	-	9:30 a. m.	31	20	2	21	0	0	91	25	190
9:30 a. m.	-	9:45 a. m.	34	17	2	18	0	1	96	27	195
9:45 a. m.	-	10:00 a. m.	26	17	1	19	0	0	94	24	181
10:00 a. m.	-	10:15 a. m.	25	16	3	18	0	0	93	23	178
10:15 a. m.	-	10:30 a. m.	33	16	1	17	1	0	98	26	192
10:30 a. m.	-	10:45 a. m.	35	18	2	15	0	0	96	23	189
10:45 a. m.	-	11:00 a. m.	29	22	1	15	1	0	96	24	188
11:00 a. m.	-	11:15 a. m.	30	23	2	16	0	0	97	25	193
11:15 a. m.	-	11:30 a. m.	27	24	3	17	0	0	96	23	190
11:30 a. m.	-	11:45 a. m.	28	15	1	18	0	0	97	24	183
11:45 a. m.	-	12:00 p. m.	29	16	2	19	1	0	99	26	192
12:00 p. m.	-	12:15 p. m.	32	16	2	19	2	1	101	22	195
12:15 p. m.	-	12:30 p. m.	39	15	2	13	0	1	108	23	201
12:30 p. m.	-	12:45 p. m.	32	12	5	18	1	1	110	23	202
12:45 p. m.	-	1:00 p. m.	35	12	3	23	1	1	113	19	207
1:00 p. m.	-	1:15 p. m.	32	22	1	15	0	0	96	24	190
1:15 p. m.	-	1:30 p. m.	31	23	2	16	0	0	95	22	189
1:30 p. m.	-	1:45 p. m.	32	14	0	17	0	0	96	23	182
1:45 p. m.	-	2:00 p. m.	33	15	1	18	1	0	98	25	191
2:00 p. m.	-	2:15 p. m.	24	15	2	17	0	0	92	22	172
2:15 p. m.	-	2:30 p. m.	32	15	0	16	1	0	94	25	183
2:30 p. m.	-	2:45 p. m.	38	17	1	18	0	0	96	22	192
2:45 p. m.	-	3:00 p. m.	31	21	0	14	0	0	95	23	184
3:00 p. m.	-	3:15 p. m.	22	13	0	15	0	0	90	20	160
3:15 p. m.	-	3:30 p. m.	38	13	0	14	0	0	92	23	180
3:30 p. m.	-	3:45 p. m.	36	15	0	16	1	0	94	20	182
3:45 p. m.	-	4:00 p. m.	29	19	0	12	0	0	93	21	174
4:00 p. m.	-	4:15 p. m.	28	19	3	13	2	1	76	11	153
4:15 p. m.	-	4:30 p. m.	27	18	2	12	1	0	75	10	145
4:30 p. m.	-	4:45 p. m.	24	13	1	12	2	0	68	11	131
4:45 p. m.	-	5:00 p. m.	32	10	2	11	0	0	61	12	128
5:00 p. m.	-	5:15 p. m.	20	13	0	16	1	0	69	18	137
5:15 p. m.	-	5:30 p. m.	21	18	4	18	0	2	63	19	145
5:30 p. m.	-	5:45 p. m.	20	13	0	11	1	0	62	11	118
5:45 p. m.	-	6:00 p. m.	24	19	3	11	0	0	75	17	149
6:00 p. m.	-	6:15 p. m.	39	15	0	6	0	0	62	14	136
6:15 p. m.	-	6:30 p. m.	38	10	1	16	0	0	54	12	131
6:30 p. m.	-	6:45 p. m.	30	19	2	14	0	1	54	12	132
6:45 p. m.	-	7:00 p. m.	26	13	4	16	1	0	68	11	139
7:00 p. m.	-	7:15 p. m.	34	11	2	6	0	0	56	15	124
7:15 p. m.	-	7:30 p. m.	27	19	0	14	0	0	43	11	114
7:30 p. m.	-	7:45 p. m.	29	18	1	12	0	0	43	11	114
7:45 p. m.	-	8:00 p. m.	25	12	3	14	0	0	42	10	106

Datos correspondientes al día lunes 25 de junio del 2018

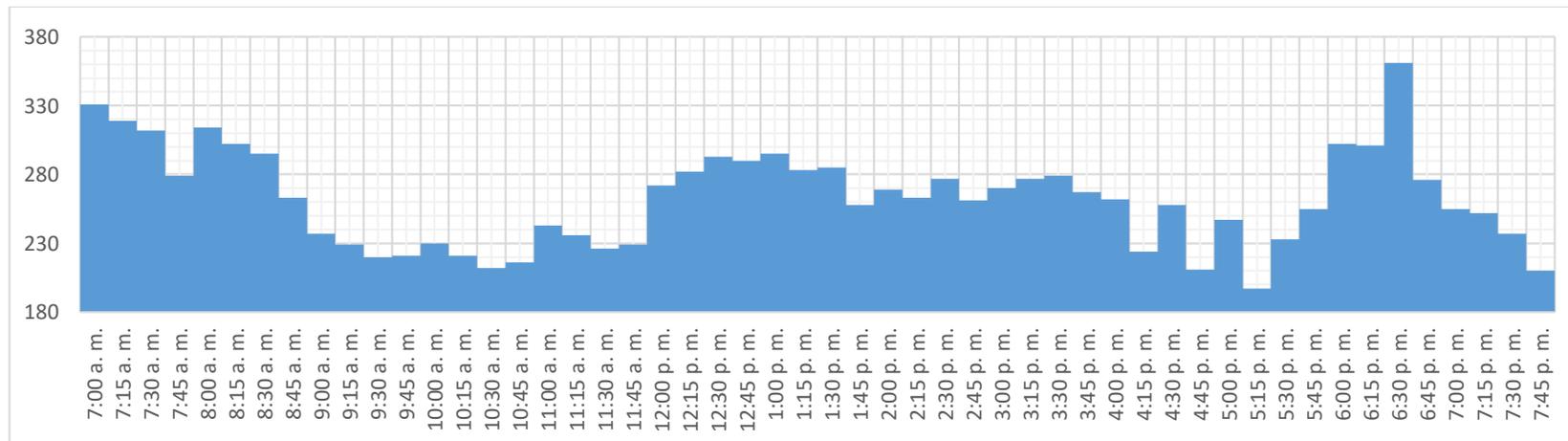
HORA		MI	N1	N2 YN3	M2	M3 CLASE I	M3 CLASE III	L5	L3	TOTAL
7:00 a. m.	- 7:15 a. m.	53	27	8	27	3	0	148	40	306
7:15 a. m.	- 7:30 a. m.	55	28	9	24	6	4	143	38	307
7:30 a. m.	- 7:45 a. m.	54	27	5	26	10	0	142	35	299
7:45 a. m.	- 8:00 a. m.	56	30	8	27	4	3	143	40	311
8:00 a. m.	- 8:15 a. m.	48	26	6	29	4	0	141	39	293
8:15 a. m.	- 8:30 a. m.	47	27	8	23	5	0	142	36	288
8:30 a. m.	- 8:45 a. m.	46	29	6	26	3	0	152	39	301
8:45 a. m.	- 9:00 a. m.	49	26	4	24	5	2	158	34	302
9:00 a. m.	- 9:15 a. m.	41	27	9	28	4	0	143	26	278
9:15 a. m.	- 9:30 a. m.	43	26	6	18	5	0	145	30	273
9:30 a. m.	- 9:45 a. m.	42	34	4	24	3	0	147	35	289
9:45 a. m.	- 10:00 a. m.	53	28	5	15	2	0	141	40	284
10:00 a. m.	- 10:15 a. m.	49	18	6	27	3	0	140	23	266
10:15 a. m.	- 10:30 a. m.	40	16	5	30	3	0	143	28	265
10:30 a. m.	- 10:45 a. m.	44	27	4	23	4	0	145	33	280
10:45 a. m.	- 11:00 a. m.	47	23	8	33	2	0	144	38	295
11:00 a. m.	- 11:15 a. m.	48	28	10	27	4	0	132	41	290
11:15 a. m.	- 11:30 a. m.	47	27	9	23	5	0	141	41	293
11:30 a. m.	- 11:45 a. m.	44	28	6	26	4	0	144	56	308
11:45 a. m.	- 12:00 p. m.	46	27	3	23	3	0	146	34	282
12:00 p. m.	- 12:15 p. m.	41	29	11	28	2	3	143	42	299
12:15 p. m.	- 12:30 p. m.	48	28	10	24	0	0	142	42	294
12:30 p. m.	- 12:45 p. m.	45	29	18	27	4	0	146	57	326
12:45 p. m.	- 1:00 p. m.	48	28	14	24	4	2	148	35	303
1:00 p. m.	- 1:15 p. m.	43	26	14	20	4	0	141	45	293
1:15 p. m.	- 1:30 p. m.	40	30	12	27	4	0	145	45	303
1:30 p. m.	- 1:45 p. m.	45	28	10	29	4	0	144	59	319
1:45 p. m.	- 2:00 p. m.	43	33	16	27	3	0	140	38	300
2:00 p. m.	- 2:15 p. m.	41	24	10	28	3	0	141	36	283
2:15 p. m.	- 2:30 p. m.	43	21	3	12	2	0	128	35	244
2:30 p. m.	- 2:45 p. m.	42	21	2	11	3	0	141	36	256
2:45 p. m.	- 3:00 p. m.	46	15	2	12	2	0	140	46	263
3:00 p. m.	- 3:15 p. m.	66	32	5	21	3	0	136	17	280
3:15 p. m.	- 3:30 p. m.	42	30	8	17	2	0	130	16	245
3:30 p. m.	- 3:45 p. m.	52	24	9	24	6	0	124	18	257
3:45 p. m.	- 4:00 p. m.	56	28	3	18	3	0	131	18	257
4:00 p. m.	- 4:15 p. m.	46	34	6	22	2	0	132	18	260
4:15 p. m.	- 4:30 p. m.	42	32	9	18	4	0	132	17	254
4:30 p. m.	- 4:45 p. m.	40	20	5	17	0	0	147	18	247
4:45 p. m.	- 5:00 p. m.	58	22	4	18	2	0	144	16	264
5:00 p. m.	- 5:15 p. m.	48	30	4	11	2	0	144	18	257
5:15 p. m.	- 5:30 p. m.	54	24	4	23	2	0	144	17	268
5:30 p. m.	- 5:45 p. m.	64	24	4	16	3	0	129	17	257
5:45 p. m.	- 6:00 p. m.	72	21	6	28	2	0	130	23	282
6:00 p. m.	- 6:15 p. m.	54	28	6	26	2	2	147	28	293
6:15 p. m.	- 6:30 p. m.	56	20	3	25	2	0	159	23	288
6:30 p. m.	- 6:45 p. m.	48	22	5	28	2	0	182	33	320
6:45 p. m.	- 7:00 p. m.	58	24	9	20	5	0	191	32	339
7:00 p. m.	- 7:15 p. m.	42	20	3	12	2	0	164	30	273
7:15 p. m.	- 7:30 p. m.	42	15	2	11	0	0	154	25	249
7:30 p. m.	- 7:45 p. m.	46	18	2	15	0	0	152	29	262
7:45 p. m.	- 8:00 p. m.	40	21	5	16	0	0	153	28	263

**Gráficas correspondientes a los aforos de 13 horas para el segmento II**

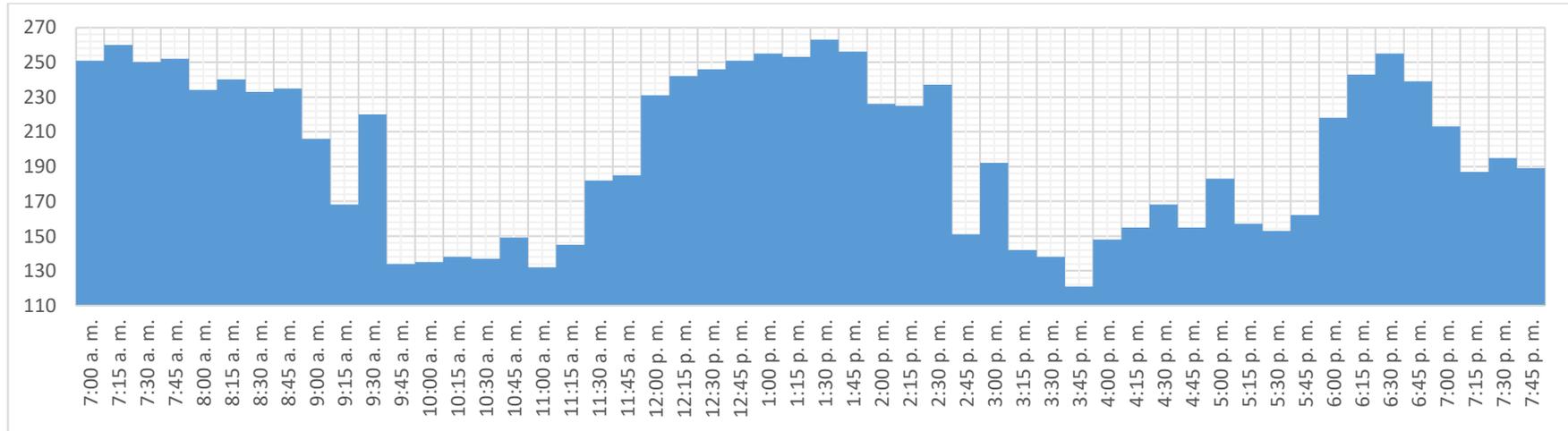
**Figura N° 8:** Flujo vehicular correspondiente al día martes 19 de junio del 2018



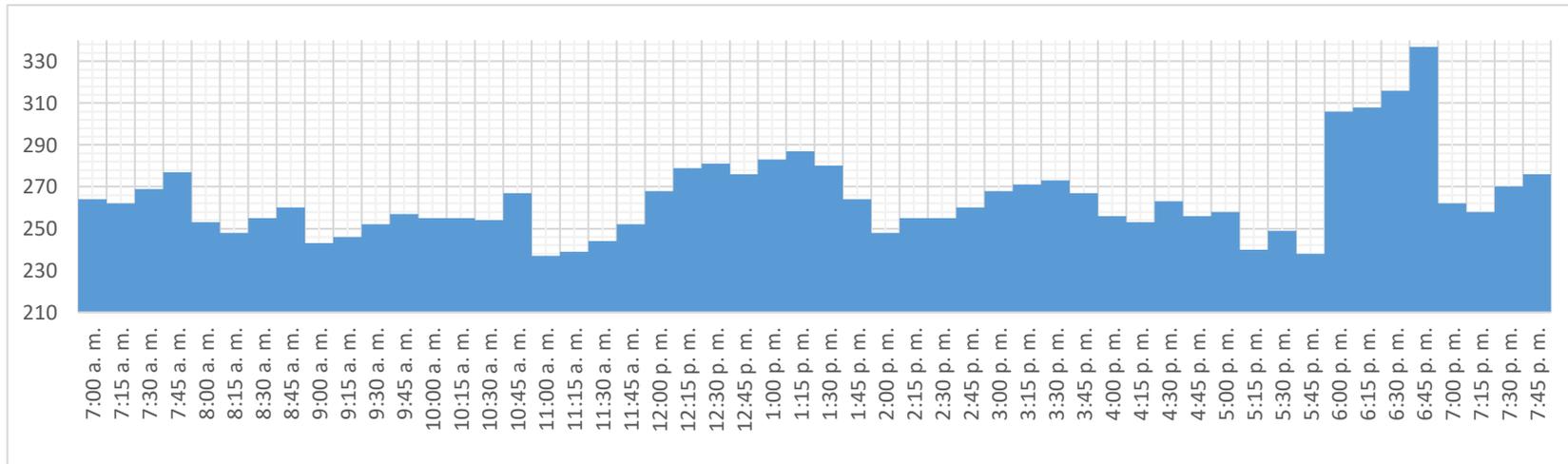
**Figura N° 9:** Flujo vehicular correspondiente al día miércoles 20 de junio del 2018



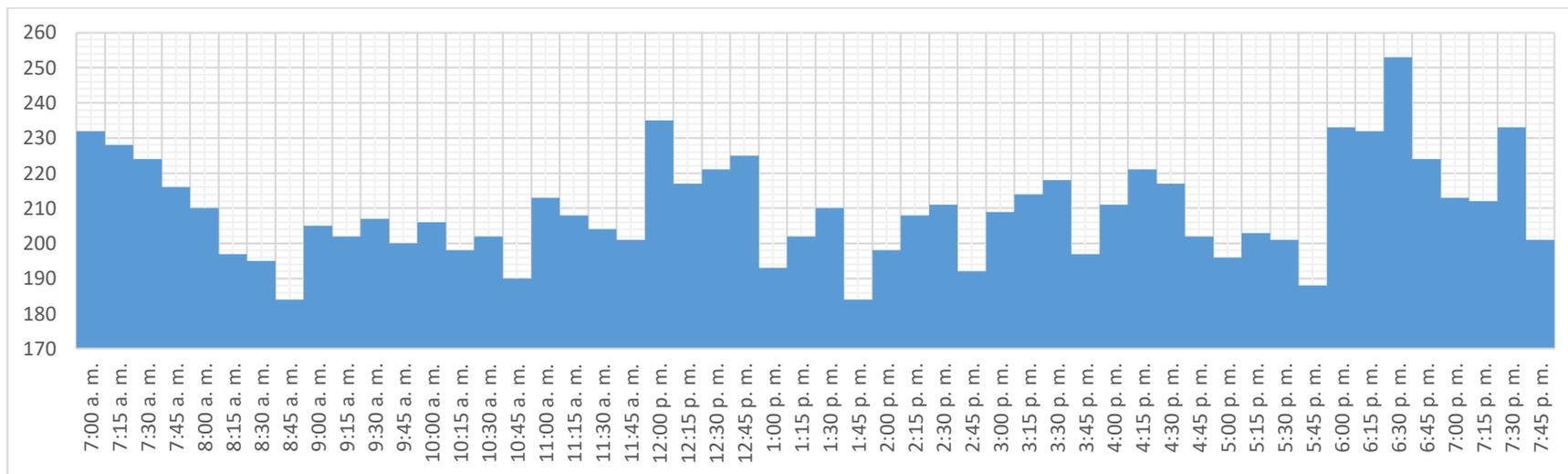
**Figura N° 10:** Flujo vehicular correspondiente al día jueves 21 de junio del 2018



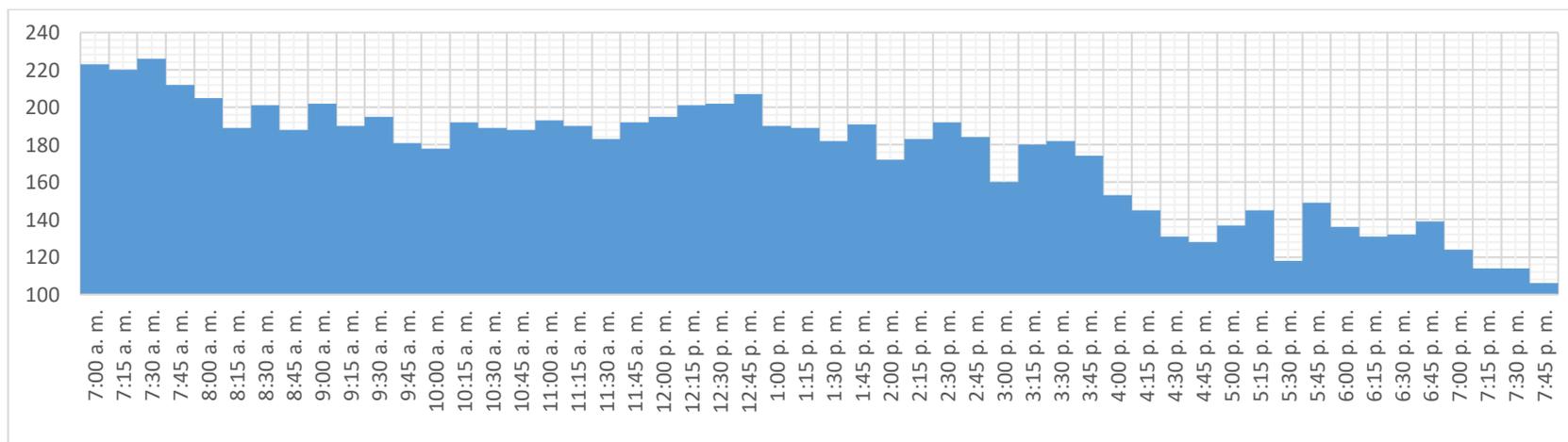
**Figura N° 11:** Flujo vehicular correspondiente al día viernes 22 de junio del 2018



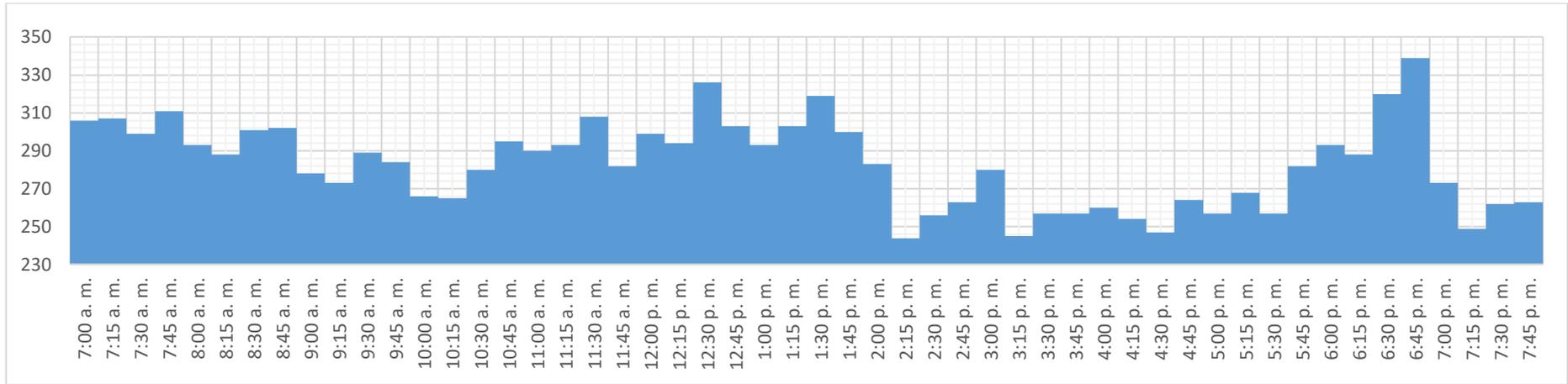
**Figura N° 12:** Flujo vehicular correspondiente al día sábado 23 de junio del 2018



**Figura N° 13:** Flujo vehicular correspondiente al día domingo 24 de junio del 2018



**Figura N° 14:** Flujo vehicular correspondiente al día lunes 25 de junio del 2018



### Datos de los tiempos tomados en campo

N°	Tiempo en régimen libre (s)		Tiempo de recorrido (s)	
	Seg. I	Seg. II	Seg. I	Seg. II
1	37	38	43	62
2	35	40	43	65
3	36	38	43	63
4	35	38	43	64
5	33	41	41	63
6	37	40	45	64
7	33	38	45	63
8	36	40	46	64
9	35	40	44	63
10	34	39	44	62
11	33	40	43	64
12	32	37	44	64
13	33	38	44	66
14	33	38	46	63
15	34	40	48	62
16	34	39	45	62
17	33	39	43	67
18	34	39	49	61
19	33	40	46	61
20	32	39	45	61
21	32	40	44	60
22	32	37	42	59
23	33	41	44	63
24	33	40	44	63
25	33	39	44	64
26	34	40	47	64
27	33	38	47	64
28	34	38	44	67
29	33	38	47	64
30	33	37	45	62
31	33	37	45	62
32	31	39	45	62
33	34	38	45	65
34	34	39	44	63
35	34	38	44	62
36	33	38	41	64
37	32	38	47	64
38	35	37	42	62
39	36	37	42	62
40	34	39	49	62
41	32	39	46	64
42	32	40	46	63
43	32	38	46	64
44	32	38	48	65
45	34	40	45	64
46	32	40	42	65
47	32	41	46	64
48	33	38	45	64
49	32	38	46	66
50	32	38	46	66
51	33	38	44	68
52	33	39	43	67
53	33	38	45	67
54	34	41	46	65
55	33	40	45	64
56	32	39	45	65
57	35	38	45	63
58	35	39	45	66
59	35	39	44	65
60	32	40	44	66
<b>Promedio</b>	33.43	38.83	46.08	63.72

# **Apéndice 3**

---

## **Panel fotográfico**



Fotografía N° 1: Flujo vehicular en la intersección de la Av. San Martín y la Av. Atahualpa



Fotografía N° 2: Vehículos parados en el Segmento II.



Fotografía N° 3: Flujo vehicular en el segmento II de la Av. San Martín



Fotografía N° 4: Flujo vehicular nocturno en el segmento II de la Av. San Martín



Fotografía N° 5: Yo, realizando el aforo vehicular para ambos segmentos de la Av. San Martín.



Fotografía N° 6: Vista general del flujo vehicular dominical en ambos segmentos de la Av. San Martín.



Fotografía N° 7: Vista general del flujo vehicular del día martes por la mañana, en ambos segmentos de la Av. San Martín.



Fotografía N° 8: Vista general del flujo vehicular del día lunes por la noche, en ambos segmentos de la Av. San Martín.



Fotografía N° 9: Flujo vehicular del día lunes por la mañana, en el segmento I de la Av. San Martín.



Fotografía N° 10: Flujo vehicular en la intersección de la Av. San Martín con la Av. Argentina.



Fotografía N° 11: Flujo vehicular en la intersección de la Av. San Martín con la Av. Argentina.



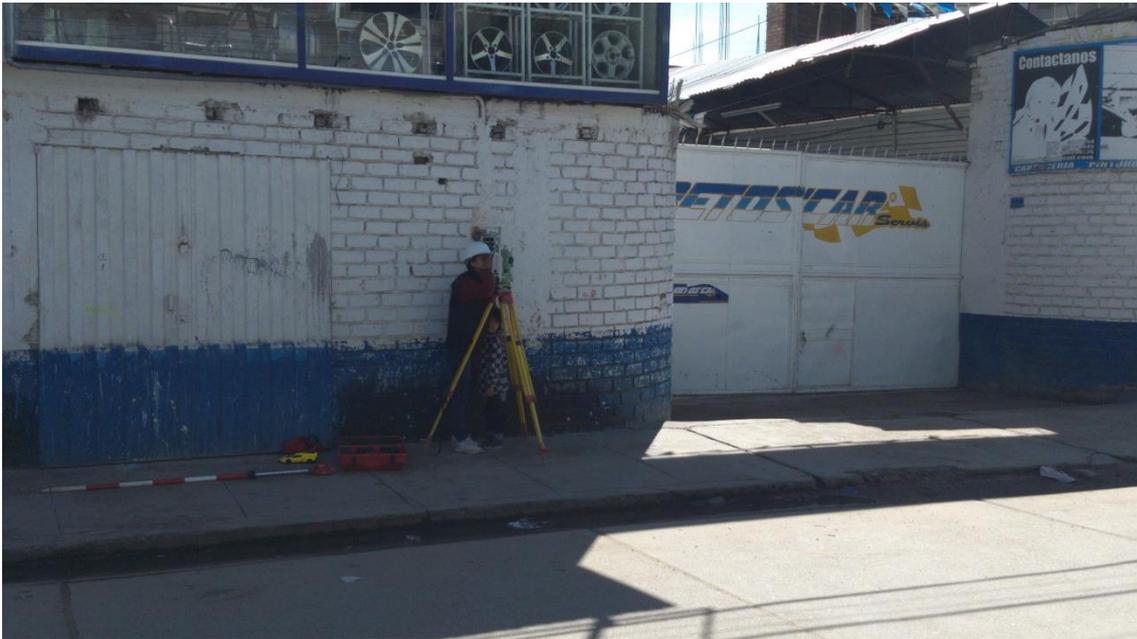
Fotografía N° 12: Vehículos estacionados en la calzada del Segmento I, se observa que la acera se encuentra con grietas.



Fotografía N° 13: Comercio ambulatorio en la intersección de la Av. San Martín con el Jr. La Victoria.



Fotografía N° 14: Flujo vehicular en la Av. San Martín y el Jr. El Milagro.



Fotografía N° 15: Yo, realizando el levantamiento topográfico de la vía.



Fotografía N° 16: Yo, realizando la medición de la alcantarilla ubicada en la calzada del segmento I; así mismo, se aprecia que las aceras están a desnivel.

# **Apéndice 4**

---

## **Planos**