

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA
MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE JAÉN CAJAMARCA.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. JHON LARY FACUNDO ALTAMIRANO

ASESOR:

M. T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

Cajamarca, Jaén – Perú

2023

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Jhon Lary Facundo Altamirano
DNI: 46585266
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** M. en T. Ing. Alejandro Cubas Becerra
Facultad: Facultad de Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA
MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE JAÉN CAJAMARCA.
- Fecha de evaluación:** 02/12/2023
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 19%
- Código Documento:** 3117:291501858
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/12/2023



FIRMA DEL ASESOR

M. en T. Ing. Alejandro Cubas Becerra

DNI: 26623287



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258001 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 04/12/2023 19:28:49-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

COPYRIGHT © 2023 by
JHON LARY FACUNDO ALTAMIRANO
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO:

Gracias a dios por permitirme tener y disfrutar de este momento en mi vida, agradecer a mis padres (Emelina y Vicente); por todo el amor que me brindan incondicionalmente, por su paciencia, y apoyarme en cada decisión y proyecto que realizo.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de cumplir esta meta se a notado menos; les agradezco y hago presente mi afecto a toda la plana docente de la universidad Nacional de Cajamarca

Al Ing. Alejandro Cubas Becerra, por ser mi asesor y guiarme en este proceso de realizacion de mi tesis.

A mi familia (tias y hermanos) que siempre estuvieron perseberante y pendiente sobre mi proceso de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO:	iii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 Selección del problema.....	1
1.1.2 Formulación interrogativa del problema.....	2
1.1.3 Justificación de la investigación.....	2
1.1.4 Alcances o delimitaciones de la investigación.....	3
1.1.5 Limitaciones de la investigación.....	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes Teóricos	4
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales	5
2.1.3 Antecedentes Locales	5
2.2 Bases Teóricas	6
2.2.1 Topografía	6

2.2.2	Ingeniería de transporte e ingeniería de tránsito.....	8
2.2.3	El vehículo.....	8
2.2.4	El Sistema vial Urbano.	12
2.2.5	Volumen de tránsito:.....	15
2.2.6	Velocidad.....	20
2.2.7	Análisis del flujo vehicular.....	23
2.2.8	Capacidad y nivel de servicio.	23
2.2.9	Metodología HCM – 2010.....	24
2.2.10	Aforos.....	34
2.2.11	Estudiós de demoras y tiempos de viaje.....	36
2.3	Definición de términos básicos.....	44
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS.....		46
3.1	HIPÓTESIS.....	46
3.2	VARIABLES.....	46
3.3	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	49
3.4	Metodología.	51
3.5	Población, muestra, unidad de análisis.....	51
	Población.....	51
3.6	Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos.....	52
3.7	Técnicas Procesamientos y análisis de la información:.....	54
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....		57

4.1	Presentación de Resultados	57
4.1.1	Aforo vehicular.....	57
4.1.2	Composición vehicular.....	69
4.1.3	Nivel de servicio de los segmentos.....	95
4.2	Análisis, interpretación y discusión de resultados	120
4.3	Contrastación de hipótesis.....	128
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		129
Conclusiones		129
Recomendaciones:		131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		132
APÉNDICE		135
ANEXOS.....		148

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: <i>Vehículo de la Categoría L</i>	9
Tabla 2: <i>Vehículo de la Categoría M</i>	9
Tabla 3: <i>Vehículo de la Categoría N</i>	11
Tabla 4: <i>Vehículo de la Categoría O</i>	11
Tabla 5: <i>Criterios del nivel de servicio de segmentos para el modo automóvil</i>	27
Tabla 6: <i>Requisitos de datos de entrada: modo automóvil</i>	29
Tabla 7: <i>Muestra mínima para tiempos de viaje y estudios de demora</i>	37
Tabla 8: <i>Demora debido a vehículos que giran</i>	41
Tabla 9: <i>Operacionalización de las variables</i>	47
Tabla 10: <i>Matriz de consistencia de la metodología</i>	48
Tabla 11: <i>Coordenadas de ubicación del proyecto de estudio</i>	49
Tabla 12: <i>Segmentos analizados en la Avenida de Mariscal Castilla</i>	53
Tabla 13: <i>Volumen vehicular diario del segmento 1, dirección de viaje A (Intersección de la calle Huamantanga con la calle Zarumilla)</i>	57
Tabla 14: <i>Volumen vehicular diario del segmento 2, dirección de viaje A (Intersección de la calle Zarumilla con la calle Raimondi)</i>	58
Tabla 15: <i>Volumen vehicular diario del segmento 3, dirección de viaje A (Intersección de la calle Raimondi con la calle Iquitos)</i>	59
Tabla 16: <i>Resumen del aforo diario de los segmentos con dirección de viaje A</i>	60
Tabla 17: <i>Volumen vehicular diario del segmento 1, dirección de viaje B (Intersección de la calle Zarumilla con la calle Huamantanga)</i>	62

Tabla 18: Resumen del aforo diario del segmento 2, dirección de viaje B (<i>Intersección de la calle Raimondi con la calle Zarumilla</i>).....	63
Tabla 19: <i>Resumen del aforo diario del segmento 3, dirección de viaje B (Intersección de la calle Iquitos con la calle Raimondi)</i>	64
Tabla 20: <i>Resumen del aforo diario de los segmentos con dirección de viaje B</i>	65
Tabla 21: <i>Tránsito semanal del Segmento 1</i>	67
Tabla 22: <i>Tránsito semanal del Segmento 2</i>	67
Tabla 23: <i>Tránsito semanal del Segmento 3</i>	68
Tabla 24: <i>Composición del Trafico Semanal en la Dirección del Viaje A</i>	69
Tabla 25: <i>Composición del Trafico Semanal en la Dirección del Viaje B</i>	72
Tabla 26: <i>Composición vehicular en las 2 direcciones de viaje</i>	75
Tabla 27: <i>Composición vehicular total del tramo en estudio</i>	78
Tabla 28: <i>Resumen del aforo del día 25/03/2023 en la dirección de viaje A (Intersección de la calle Huamantanga hasta la calle Iquitos)</i>	83
Tabla 29: <i>Resumen del aforo del día 25/03/23 en la dirección de viaje B (Intersección de la calle Iquitos hasta la calle Huamantanga)</i>	85
Tabla 30: <i>Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 1 (dirección A)</i>	89
Tabla 31: <i>Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 2 (dirección A)</i>	90
Tabla 32: <i>Parámetros del segmento 2 (dirección A)</i>	91
Tabla 33: <i>Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 3 (dirección A)</i>	91
Tabla 34: <i>Parámetros del segmento 3 (dirección A)</i>	91
Tabla 35: <i>Flujos del segmento 1 (dirección B)</i>	92

Tabla 36: <i>Parámetros del segmento 1 (dirección B)</i>	92
Tabla 37: <i>Flujos del segmento 2 (dirección B)</i>	93
Tabla 38: <i>Parámetros del segmento 2 (dirección B)</i>	93
Tabla 39: <i>Flujos del segmento 3 (dirección B)</i>	93
Tabla 40: <i>Parámetros del segmento 3 (dirección B)</i>	94
Tabla 41: <i>Datos del Segmento 01.</i>	96
Tabla 42: <i>Datos del Segmento 2</i>	105
Tabla 43: <i>Datos de entrada para el Segmento 3.</i>	113
Tabla 44: <i>Características de los segmentos con dirección de viaje A</i>	121
Tabla 45: <i>Características de los segmentos con dirección de viaje B</i>	121
Tabla 46: <i>Resumen de la composición vehicular</i>	122
Tabla 47: <i>Velocidad de flujo libre de los segmentos</i>	125
Tabla 48: <i>Velocidad de viaje de los segmentos del tramo</i>	125
Tabla 49: <i>Capacidad vehicular de los segmentos</i>	126
Tabla 50: <i>Relación Volumen/capacidad de los segmentos estudiados</i>	126
Tabla 51: <i>Nivel de servicio de los segmentos</i>	127
Tabla 52: <i>Puntos Topográficos de la Av. Mariscal Castilla entre la intersección de la calle Huamantanga con la calle Iquitos</i>	140
Tabla 53: <i>En Dirección A Del Segmento 01 Del Sabado 25 Marzo Del 2023</i>	149
Tabla 54: <i>En Dirección B Del Segmento 1 Sabado 25 Marzo Del 2023</i>	150
Tabla 55: <i>En Dirección A Del Segmento 02 Del Sabado 25 Marzo Del 2023</i>	151
Tabla 56: <i>En Dirección B Del Segmento 02 Del Sabado 25 Marzo Del 2023</i>	152

Tabla 57: *En Dirección A Del Segmento 03 Del Sabado 25 Marzo Del 2023*153

Tabla 58: *En Dirección B Del Segmento 03 Del Sabado 25 Marzo Del 2023*154

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: <i>Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano</i>	14
Figura 2: <i>Volumen de Tránsito</i>	16
Figura 3: <i>Ancho de una intersección aguas arriba</i>	31
Figura 4: <i>Plano de localización de la Av. Mariscal Castilla con intersección entre la calle Huamantanga con la calle Iquitos.</i>	50
Figura 5: <i>Tránsito semanal, dirección de viaje A (Intersección entre la calle Huamantanga con la calle Iquitos).</i>	61
Figura 6: <i>Tránsito semanal, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Iquitos con la calle Huamantanga).</i>	66
Figura 7: <i>Tránsito semanal, dirección de viaje A y B en el segmento (01 – 02 – 03).</i>	68
Figura 8: <i>Composición vehicular del segmento 1, Dirección de viaje A.</i>	70
Figura 9: <i>Composición vehicular del segmento 2, Dirección de viaje A.</i>	70
Figura 10: <i>Composición vehicular del segmento 3, Dirección de viaje A.</i>	71
Figura 11: <i>Composición vehicular del segmento 1, Dirección de viaje B.</i>	73
Figura 12: <i>Composición vehicular del segmento 2, Dirección de viaje B.</i>	73
Figura 13: <i>Composición vehicular del segmento 3, Dirección de viaje B.</i>	74
Figura 14: <i>Composición vehicular del segmento 1 en ambas direcciones de viaje A y B.</i>	76
Figura 15: <i>Composición vehicular del segmento 2 en ambas direcciones de viaje A y B.</i>	76
Figura 16: <i>Composición vehicular del segmento 3 en ambas direcciones de viaje A y B.</i>	77
Figura 17: <i>Composición vehicular total del tramo en estudio.</i>	79

Figura 18: <i>Histograma del 25/03/23 del segmento 1, dirección de viaje A (Intersección entre la calle Huamantanga con la calle Zarumilla).</i>	80
Figura 19: <i>Histograma del 25/03/23 del segmento 3, dirección de viaje A (Intersección entre calle Raimondi con la calle Iquitos).</i>	81
Figura 20: <i>Histograma del 25/03/23 del segmento 2, dirección de viaje A (Intersección entre la calle Zarumilla con la calle Raimondi).</i>	81
Figura 21: <i>Histograma del 25/03/23 del segmento 1, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Zarumilla con la calle Huamantanga).</i>	82
Figura 22: <i>Histograma del 25/03/23 del segmento 2, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Raimondi con la calle Zarumilla).</i>	82
Figura 23: <i>Histograma del 25/03/23 del segmento 3, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Iquitos con la calle Raimondi).</i>	83
Figura 24: <i>Segmento 1 con dirección de viaje A y B.</i>	95
Figura 25: <i>Segmento 2 con dirección de viaje A y B</i>	104
Figura 26: <i>Segmento 3 con dirección de viaje A y B</i>	112
Figura 27: <i>Levantamiento topográfico con Estación Total a toda la longitud de estudio en la Av. Mariscal Castilla.</i>	135
Figura 28: <i>Fin del segmento 1 con la intersección de la Calle Zarumilla</i>	136
Figura 29: <i>Inicio del segmento 1 con la intersección desde la Calle Huamantanga</i>	136
Figura 30: <i>Fin del segmento 3 con la intersección de la Calle Zarumilla</i>	137
Figura 31: <i>Inicio del segmento 2 con la intersección de la Calle Zarumilla</i>	137
Figura 32: <i>Inicia del segmento 3 con la intersección de la Calle Raimondi</i>	138
Figura 33: <i>Fin del segmento 3 con la intersección de la Calle Iquitos</i>	138

Figura 34: <i>Institución Educativa Primario RAMON CASTILLA en el segmento 01</i>	139
Figura 35: <i>En la Calle Zarumilla entre el segmento 01 y 02 Se encuentra el colegio Privado Salazar Bondi</i>	139
Figura 36: <i>En el Segmento 03 se encuentra el Banco de la Nación.</i>	140
Figura 37: <i>Plano de Ubicación de la Av. Mariscal Castilla.</i>	144
Figura 38: <i>Plano de Ubicación de la Av. Mariscal Castilla.</i>	145
Figura 39: <i>Plano Topográfico de la Av. Mariscal Castilla</i>	146
Figura 40: <i>Plano de planta general de los Segmento 01- 02 -03 de la muestra estudiada con sus respectivos sentido de flujo vehicular de la Av. Mariscal Castilla.</i>	147

RESUMEN.

En la ciudad de Jaén presenta muchos problemas de congestión vehicular razón por la cual es necesario hacer un análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular donde se realizó la muestra en la Avenida Mariscal Castilla y se delimitó el análisis entre la intersección de la calle Huamantanga y calle Iquitos. Lo que se refleja en aumento de los tiempos de viaje y un desorden vehicular; razón por la cual la investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular para lo cual se siguió la metodología del manual HCM 2010 obteniéndose los siguientes resultados correspondientes a la velocidad de flujo libre, velocidad de viajes, el volumen horario de máxima demanda y la capacidad vehicular. Para este análisis se dividió en 03 segmentos en dos sentidos de circulación. Los resultados que se obtuvieron fueron el Volumen horario de mayor demanda donde es diferente para cada Segmento donde el aforo mínimo de 779 vehículos por hora se produce en el segmento 2 en dirección de la calle Huamantanga a la calle Iquitos y el volumen máximo es de 911 vehículos por hora, correspondiente al segmento 3 en dirección de la calle Iquitos a la calle Huamantanga, La capacidad vehicular menor resultó 892 vehículos por hora se produce en el segmento 2 en dirección de la calle Huamantanga a la calle Iquitos y la máxima 1056 vehículos por hora, correspondiente al segmento 3 en dirección de la calle Iquitos a la calle Huamantanga donde su relación entre volumen y capacidad resulta menor 1 y la relación de viaje resultaron menores al 50% como máximo tenemos 49.77% donde se determinó que el nivel de servicio es **D**, también se plantearon alternativas de solución para reducir la congestión vehicular.

Palabras clave: Nivel de servicio, Capacidad vehicular, velocidad de viaje.

ABSTRACT

The city of Jaén has many problems with vehicle congestion, which is why it is necessary to do an analysis of the level of service and vehicle capacity where the sample was carried out on Avenida Mariscal Castilla and the analysis was delimited between the intersection of Huamantanga Street and Iquitos street. Which is reflected in increased travel times and vehicular disorder; For this reason, in this investigation, the level of service and vehicle capacity was determined, for which the methodology of the HCM 2010 manual was followed, obtaining the following results corresponding to the free flow speed, travel speed, and the hourly volume of maximum demand. and vehicle capacity. For this analysis it was divided into 03 segments in two directions of circulation. The results obtained were the hourly volume of greatest demand where it is different for each segment where the minimum capacity of 779 vehicles per hour occurs in segment 2 in the direction of Huamantanga Street to Iquitos Street and the maximum volume is 911. vehicles per hour, corresponding to segment 3 in the direction of Iquitos Street to Huamantanga Street. The lowest vehicle capacity was 892 vehicles per hour and occurs in segment 2 in the direction of Huamantanga Street to Iquitos Street and the maximum is 1056 vehicles per hour. hour, corresponding to segment 3 in the direction of Iquitos Street to Huamantanga Street where its relationship between volume and capacity is less than 1 and the travel ratio was less than 50%, at most we have 49.77% where it was determined that the level of service is D, alternative solutions were also proposed to reduce traffic congestion.

Keywords: Service level, Vehicle capacity, travel speed.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Con un breve repaso en la escala del tiempo, se puede observar la evolución que ha tenido el tránsito.

(Cal y Mayor R, James Cárdenas, 2007), mencionan que el incremento de la población y el comercio desde el siglo XI, tuvo como consecuencia mayor tránsito, lo que requirió la apertura de caminos, las ciudades crecían y tenían calles angostas agrupadas en forma de una cuadrilla geométrica.

En la ciudad de Jaén, en las últimas década el número de vehículos a aumentado considerablemente, provocando problemas de tráfico en la mayoría de las avenidas y calles, como consecuencia de él se presenta congestión vehicular, interrupciones, accidentes y contaminación ambiental; generándose bajos niveles de servicio. Razón por la cual, en este estudio se determinó el nivel de servicio y capacidad vehicular del tramo indicado utilizando la metodología HCM 2010.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1 *Selección del problema.*

Teniendo crecimiento poblacional nos origina aumento de número de vehículos, lo que a su vez provoca problemas de congestión vehicular en la infraestructura del tráfico, que originalmente fue diseñada para un número menor de vehículos que el actual donde se debe hacer un análisis de la capacidad vehicular y nivel de servicio. Considerando esta realidad, se eligió como punto de estudio del tramo en la Avenida Mariscal Castilla entre la intersección de la calle Huamantanga y la calle Iquitos, lugar donde actualmente está aumentando el tránsito vehicular, debido a que esta calle da acceso al centro de la ciudad de Jaén y en el tramo tenemos ubicado una Escuela Primaria Ramos Castilla, Colegio Privado Salazar Bondy, Banco de la Nación, locales comerciales, ferreterías, hoteles y otros.

Este incremento vehicular origina problemas para la circulación de los peatones, congestión de tránsito vehicular, accidentes y mayor tiempo de viaje durante horas pico, así mismo estas vías no cuentan con una adecuada señalización donde son inseguras para aquellos que utilizan esta vía.

1.1.2 Formulación interrogativa del problema.

La formulación del problema se puede resumir como:

¿Cuál es la Capacidad vehicular y el Nivel de Servicio en la Avenida Mariscal Castilla De La Ciudad De Jaén - Cajamarca?

1.1.3 Justificación de la investigación.

Con la presente investigación se determinó analizar la Capacidad vehicular y Nivel de Servicio de la Avenida Mariscal Castilla debido a que presenta un elevado flujo vehicular para ello se utiliza el método de método del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM-2010) considerando parámetros que son ajenos a nuestra realidad; ellos son: como el ancho de carril, ancho de mediana restrictiva, velocidad límite y composición vehicular.

La finalidad de la investigación es poder ampliar los conocimientos del tesista y aportar a las investigaciones de la Universidad Nacional de Cajamarca. Además, con los conocimientos nuevos se puede ayudar a analizar la capacidad vehicular y nivel de servicio las demás calles de la ciudad Jaén y proponer alternativas que beneficiara a reducir las congestiones vehiculares.

1.1.4 Alcances o delimitaciones de la investigación.

En la presente investigación se determinó la capacidad y nivel de servicio en la Avenida Mariscal Castilla desde la intersección con la calle Huamantanga hasta la intersección con la calle Iquitos. Esta investigación se realizó desde Marzo del 2023.

1.1.5 Limitaciones de la investigación

No existen limitaciones en la presente investigación

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular en la Avenida Mariscal Castilla de la ciudad de Jaén – Cajamarca, según el HCM 2010.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar levantamiento topográfico.
- ✓ Realizar el estudio de tráfico.
- ✓ Determinar el volumen horario de máxima demanda y la tasa de flujo en períodos de 15 minutos (Q15máx)
- ✓ Determinar la hora de máxima demanda y el día de máxima demanda.
- ✓ Obtener la velocidad de flujo libre base y la velocidad de viaje.
- ✓ Determinar las demoras.
- ✓ Determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular de los segmentos que comprenden el tramo.
- ✓ Proponer alternativa de solución para reducir el congestionamiento.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes Teóricos

2.1.1 *Antecedentes Internacionales*

Ziad, T. et al. (2020) en su investigación: Análisis del congestionamiento Vehicular para el mejoramiento de vía Principal en Guayaquil-ecuador, concluye que el ensanchar la vía estudiada para incrementar la capacidad vehicular no resulta en mejoras y por el contrario se produce el incremento del volumen de tráfico. Por ello es mejor enfocarse en el nivel de servicio que ofrece una vía y mejorarlo a partir de los resultados que se obtienen del estudio de nivel de servicio.

Ulloa (2019) en su tesis profesional titulada: Análisis de capacidad y nivel de servicio de la vía Balosa (voluntad de dios-el eje vial e25)-Metodología hcm2000, determino que el nivel de servicio para el tramo propuesto varía en cada segmento, teniendo estos un nivel de servicio C, D y E. Además, la velocidad media de recorrido. varía entre 48km/h y 75 km/h.

En Ecuador Según (Bedoya Cañar & Bosquez Orellana, 2022), para obtener el título profesional de ingeniero civil presento su tesis denominada “, tuvo como objetivo general evaluar el tráfico vehicular para conocer la capacidad y el nivel de servicio en la Av. Tiwinza en intersección con la calle Destacamento Base Sur en Guayaquil. Para ello utilizo tipo de investigación cuantitativa, concluyendo según los resultados del análisis de datos tomadas por la Av. Tiwinza y calle Destacamento Base Sur, para el mayor flujo vehicular en su hora de máxima demanda (12:30 p.m – 13:30 p.m), obteniendo así una capacidad aceptable para estos giros conflictivos y un nivel de servicio C para el giro a la izquierda desde la calle secundaria, siendo este estable y F para el giro de la derecha desde la calle secundaria, resultado desfavorable.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Salazar (2018) con los resultados de su investigación titulada: Análisis por micro simulación de la intersección entre la Av. Brasil y el Jr. General Borgoño empleando vissim 8; Cambios propuestos en la gestión del tráfico, al proponer un nuevo ciclo semafórico, se redujeron en un 65,2% las demoras promedio en el tránsito de los vehículos y se redujeron en un 48,6% las colas en las calles General Borgoño.

Cornelio (2018) en su tesis titulada: Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada de la Av. Próceres y la Av. Minero del distrito de Yanacancha – Pasco – 2018; concluye que la metodología HCM 2010 es una excelente herramienta para el análisis del comportamiento de las intersecciones viales urbanas, aplicada al Perú, teniendo en cuenta los factores encontrados y/o ajustados en su estudio, los cuales son:

- ✓ Tasa de flujo de saturación actuante y tasa de flujo de saturación ideal.
- ✓ El factor de tiempo perdido en la partida.
- ✓ Modificación del factor de ajuste por ancho de vía, y Determinación del tiempo de cruce peatonal en la intersección.
- ✓ Capacidad de utilización.

2.1.3 Antecedentes Locales

Leonardo Neyra 2017. En la ciudad de Jaén se ha investigado para obtener el título profesional de ingeniero civil el Análisis del Nivel de Servicio de las intersecciones semaforizadas de la Avenida Villanueva Pinillos y modelado con Synchro 8.0-Jaén-2016 En él se determinó y modeló el nivel de servicio en el cruce señalizado de Avenida Villanueva Pinillos utilizando SYNCHRO 8.0. Para ello se realizó un estudio de tránsito y se determinó que el flujo vehicular en dicho cruce

era de 575 vehículos/hora (intersección 1), 416 vehículos/hora (intersección 2) y 445 vehículos/hora (intersección 3).

Franklin Junior Azabache Coronel y Luis Andi Ventura Silva 2019 En la ciudad de Jaén se ha investigado para obtener el título profesional de ingeniero civil el Tránsito En La Intersección De La Av. Pakamuros Con Ca. Dos De Mayo Y Los Sauces Utilizando Synchro 8.0 El objetivo principal es analizar los niveles de flujo vehicular y sus diversos factores asociados, así como proponer alternativas de solución a través de la modelación vial para mejorar el nivel de servicio en la intersección de la Avenida Pakamuros con la Calle Dos de Mayo y Los Sauces.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Topografía

La topografía es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones. Define también las líneas y niveles que se necesitan para la construcción de edificios, caminos, presas y otras estructuras. Además de estas mediciones en campo, la topografía incluye el cálculo de áreas, volúmenes y otras cuantificaciones, así como la elaboración de los diagramas y planos necesarios. (Jack Mc Cormac, 2006).

Levantamiento Topográfico:

Los levantamientos Topográficos es la primera fase de todo tipo de estudio donde describe la orografía y mapea todo el terreno mostrándose con curvas de niveles, sin error apreciable y comprende dos etapas

Etapas de Campo: Tenemos que tomar todos los puntos necesarios y describirlos para obtener coordenadas y elevaciones.

Etapas de Gabinete: tenemos que realizar el dibujo levantado en el campo.

Los levantamientos topográficos se pueden realizar en:

- a) Los terrenos en general: Se definen en localizar y marcar linderos, medir y dividir superficie, ubicar terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores o proyectar obras y construcciones
- b) Vías de comunicación: es la que sirve para estudiar y construir caminos, ferrocarriles, líneas de transmisión, acueductos, etc.
- c) Catastrales: son los que se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios, para fijar linderos o estudiar las obras urbanas. *(Ing. William R. Gámez Morales – UNA, 2015)*

Levantamiento topográfico con estación total

La estación total integra 4 dispositivos en uno, diseñados para facilitar y aumentar la eficiencia del procesamiento del terreno de campo, estos dispositivos son: telémetro láser, teodolito, nivel de precisión y computadora. La estación total mide 2 variables: ángulo y distancia (horizontal y vertical), en base a estas dos variables más la posición actual del dispositivo, la estación total calcula y almacena las coordenadas de cada punto de observación (N, E, Z), así Elimina la necesidad de realizar cálculos complejos en software como excel o CAD para digitalizar mediciones topográficas. Para realizar un levantamiento topográfico con una estación total, debe comenzar con 2 puntos con coordenadas conocidas o supuestas, luego mirar y calcular las coordenadas de cualquier otro punto en el sitio desde esa posición. *(Hernández, 2011).*

Tenemos que saber los pasos para realizar un levantamiento topográfico:

- Conocer el área o terreno que se va trabajar.
- Acudir al área y posicionar la estación total y su nivelación respectiva.
- Marcar el punto de control topográfico (puntos fijos).
- Realizar la obtención de datos por radiación.
- Procesar los datos para obtener la geometría del terreno.

2.2.2 Ingeniería de transporte e ingeniería de tránsito.

según (Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G., 2018) Ingeniería de tránsito o ingeniería de tránsito, conceptualizada como "una fase de la ingeniería de tránsito que involucra la planificación, el diseño geométrico y la operación de calles y carreteras, sus redes, terminales, terrenos adyacentes y su relación con otros modos de transporte".

El Instituto de Ingenieros de Transporte, ITE, define la Ingeniería De Transporte y la Ingeniería de Tránsito de la siguiente manera:

Ingeniería de transporte

“Es la aplicación de principios técnicos y científicos a la planificación, proyecto funcional, operación y gestión de todas las partes de cualquier medio de transporte para que sea seguro, rápido, cómodo, conveniente, económico y compatible con el medio ambiente”. (CAL Y MAYOR, 2018).

Ingeniería de tránsito:

Es la fase de la ingeniería de tránsito que incluye la planificación segura y eficiente, el diseño geométrico y la operación del tránsito de calles y carreteras, sus redes, terminales, terrenos adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizados y no motorizados. (CAL Y MAYOR, 2018).

2.2.3 El vehículo

Es el vínculo entre el conductor y la vía que lo contiene, y sus características varían en forma, tamaño y peso. (Bañón Blázquez y Beviá García, 2000).

Según las normas legales Directiva N° 002 – 2006 – MTC

Tabla 1:*Vehículo de la Categoría L.*

Categoría L	Descripción
L1: 	Vehículos de dos ruedas, hasta 50cm ³ y velocidad máxima 50Km/h.
L2: 	Vehículos de tres ruedas, hasta 50cm ³ y velocidad máxima 50Km/h.
L3: 	Vehículos de dos ruedas, más de 50cm ³ o velocidad mayor a 50Km/h.
L4: 	Vehículos con tres ruedas, asimétricas al eje longitudinal, más de 50cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h.
L5: 	Vehículos de tres ruedas, simétricas al eje longitudinal, más de 50cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h y PBV menor a 1 tonelada

*Fuente: Clasificación Urbana, 2006.***Tabla 2:***Vehículo de la Categoría M*

Categoría	Clase o combinación especial	Descripción
M1 		Vehículos de 8 asientos o menos sin contar el asiento del conductor
		Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
M2 	C1	Construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.
	C2	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. 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.

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

C3 Construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

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

C1 Construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.

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

M3



C2 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.

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

C3 Construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

Tabla 3:*Vehículo de la Categoría N*

Categoría		Descripción
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.

*Fuente: Clasificación Urbana, 2006.***Tabla 4:***Vehículo de la Categoría O*

Categoría		Descripción
O1		Remolques de peso bruto vehicular de 0.75 toneladas o menos.
O2		Remolques de peso bruto vehicular de más de 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

Fuente: Clasificación Urbana, 2006.

2.2.4 El Sistema vial Urbano.

Un sistema vial es un conjunto de caminos y carreteras que existen en un área, permiten que los vehículos se muevan entre dos puntos y conectan otras regiones con caminos o carreteras externos circundantes; Existen dos tipos de grandes redes troncales: urbanas e interurbanas. (Bañón Blázquez y Beviá García, 2000).

Según el Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005) el sistema vial urbano se clasifica en:

✓ **Vías expresas.**

Su única función es permitir que los vehículos "pasen" sin ser molestados. La accesibilidad se aborda a través de infraestructura dedicada, como rampas, puentes. Son vías por las que transita una gran cantidad de vehículos con un circuito rápido y libre. Conectan áreas con tráfico significativo, grandes áreas residenciales y centros comerciales e industriales.

✓ **Vías arteriales (avenidas).**

Permiten la integración entre las vías colectores y autovías. Su función es permitir un "paso" privilegiado y una baja "accesibilidad". Llevan volúmenes significativos de tráfico entre áreas de habilitación de tráfico y a velocidades de retorno medias. El acceso a las áreas vecinas se realiza a través de largas distancias, donde es posible instalar viaductos, intersecciones y cruces ferroviarios adecuadamente diseñados. Los caminos de entrada deben tener preferiblemente caminos laterales para acceder a las propiedades.

✓ **Vías colectoras-**

Permiten conectar rutas locales, autovías o vías rápidas. Su función es principalmente permitir el "acceso" a las zonas adyacentes y en menor medida el "paso". Por lo tanto, también sirven a una

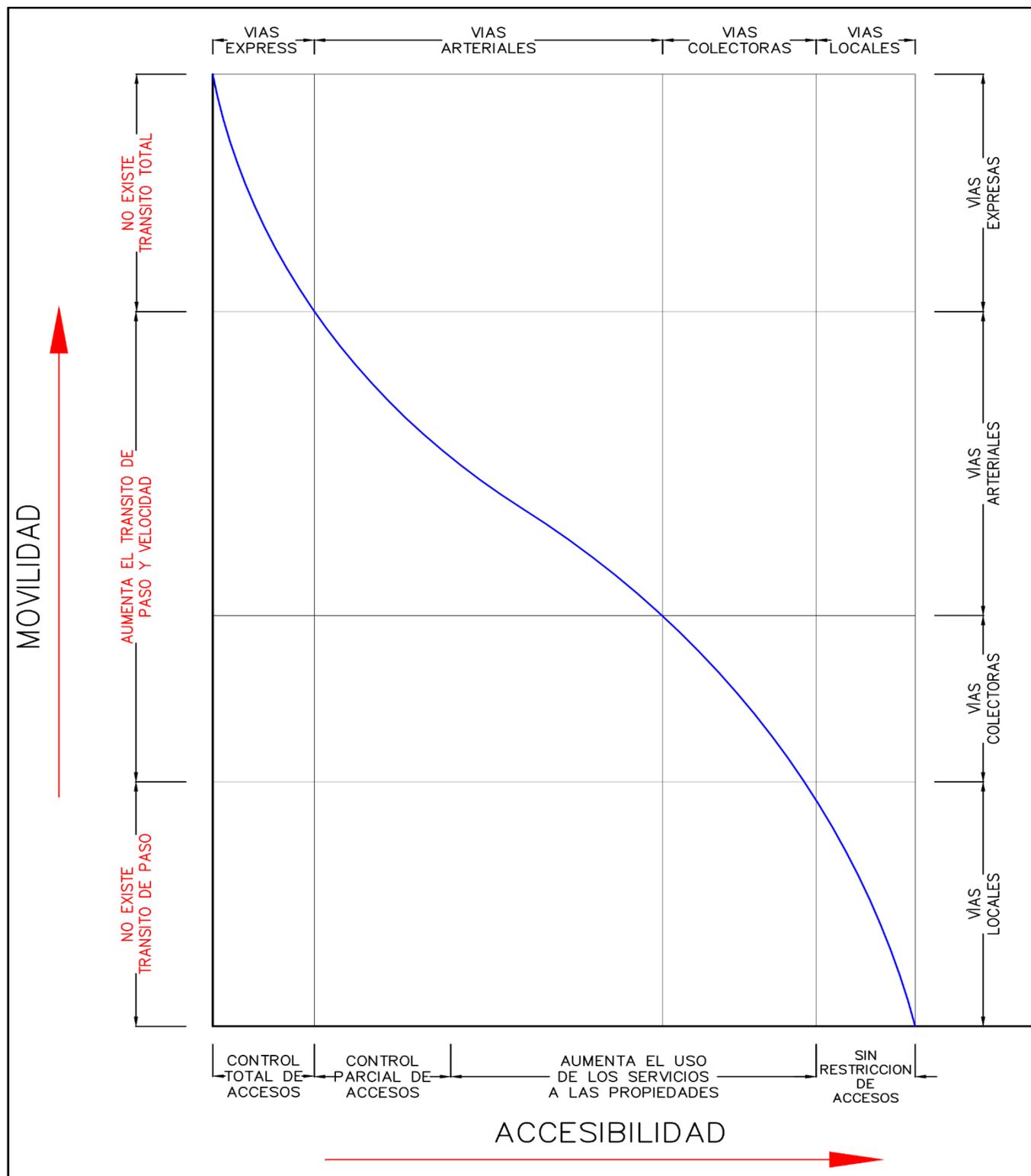
gran parte del tráfico de tránsito. También dan servicio a propiedades vecinas. El flujo de tráfico a menudo se ve interrumpido por intersecciones señalizadas en intersecciones de carreteras y otras vías colectoras.

✓ **Vías locales.**

Son aquellas que tienen como finalidad principal llegar a las propiedades o parcelas de terreno y que deben atender únicamente al tráfico propio, tanto de entrada como de salida. Estos caminos son transitados por vehículos ligeros ya veces semipesados; Además, se permite el estacionamiento de vehículos y no se restringe el tránsito de peatones. carreteras locales Se conectan entre sí y con las rutas de recolección. Estos caminos se llaman calles y corredores. En términos de movilidad y accesibilidad, la clasificación de un sistema vial urbano, debe estar de acuerdo al esquema de jerarquía mostrado en la figura 01.

Figura 1:

Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano



Fuente: (Rafael Manual de diseño geométrico de vías urbana – 2005 – vchi)

2.2.5 Volumen de tránsito:

El propósito de estudiar los volúmenes de tráfico es obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas en puntos o segmentos específicos dentro de un sistema vial. Los datos de volumen de tráfico obtenidos del estudio se expresan con respecto al tiempo, y en base a su conocimiento se pueden realizar estimaciones razonables de la calidad del servicio brindado a los usuarios. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018)

Figura 2:

Volumen de Tránsito

coggle

made for free at coggle.it



Nota: web: <https://coggle.it/diagram/WSb2IWLA2QABEYc7/t/volumen-de-tr%C3%A1nsito>.

A continuación, se detallan cada uno de los parámetros:

✓ **Volumen (Q):**

El volumen de tráfico se refiere a la cantidad de vehículos que pasan por un determinado segmento de carretera en un período de tiempo. (Montoya, 2005)

$$Q = N/t \dots\dots\dots(Ec. 2.1)$$

Donde:

- Q = Volumen (vehículos/ periodo)
- N = Número total de vehículos que pasan (vehículos)
- t = Periodo determinado (unidades de tiempo)

✓ **Tasa de flujo (q):**

El flujo se refiere a la expresión del número de vehículos que pasan por un determinado tramo de carretera en una hora. (Montoya, 2005)

✓ **Demanda:**

El número de vehículos que desean pasar por un determinado punto en un determinado periodo de tiempo, es decir, la cantidad más los vehículos restantes en la cola. (Correa,2021)

✓ **Capacidad:**

Es el número máximo de vehículos que pueden transitar por un mismo tramo de vía en un período de tiempo determinado en las condiciones de infraestructura vial, tráfico y equipos de control. (Correa, 2021).

2.2.5.1 Volúmenes de tránsito promedio diarios

El tráfico por día (TPD) es el número total de vehículos iguales o menores a un año y mayores a un día en un período de tiempo determinado (en días completos) dividido por el número de días en ese período de tiempo. El periodo de análisis es generalmente de un año (365 días), un mes (30 días) o una semana (7 días), y se obtiene el tráfico promedio diario del año, mes y semana respectivamente. TPD tiene vehículos unitarios por día. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

A continuación, se presenta las fórmulas para cada caso mencionado:

✓ **Transito promedio diario anual (TPDA)**

$$TPDA = TA/365 \dots \dots \dots (Ec. 2.2)$$

Dónde: TA = Tránsito anual

✓ **Transito promedio diario mensual (TPDM)**

$$TPDM = TM/30 \dots \dots \dots (Ec. 2.3)$$

Dónde: TM = Tránsito mensual

✓ **Transito promedio diario semanal (TPDS)**

$$TPDS = TS/7 \dots \dots \dots (Ec. 2.4)$$

Dónde: TS = Tránsito semanal

2.2.5.2 Composición del volumen de tránsito

Usando porcentajes del volumen total, se calcula la composición del vehículo. La funcionalidad de una carretera se ve afectada por los tipos de vehículos que la utilizan. No es lo mismo para el funcionamiento de la carretera un vehículo moderno, cuidado, que sólo lleva al conductor dentro como carga, que uno que va muy cargado.

La baja velocidad del vehículo muy cargado interrumpe el flujo regular de otros vehículos.

La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. El tipo de vehículos que circulan por una vía afectan la operación de esta. No es lo mismo para la operación de la vía el que este ocupada por un vehículo pesado cargado que por un automóvil moderno en buen estado y que solo lleva el conductor como carga. El vehículo pesado cargado lleva, muchas veces, una velocidad baja y perturba, por eso, el flujo normal de los demás vehículos. (Correa, 2021)

2.2.5.3 Variación del volumen de horario de máxima demanda.

Sin una distribución uniforme, el volumen máximo de demanda horaria no mantiene la misma frecuencia de Volumen a lo largo de la hora y esto indica que hay breves intervalos durante la hora pico cuando las tasas de flujo son significativamente más altas que las de la hora misma. Se emplea el factor de la hora de máxima demanda (FHMD) para entender esta variación. Esta variable sirve como indicador de las características del flujo de tráfico en las horas pico. El FHMD Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de una hora. Su valor máximo, la unidad, denota una distribución uniforme de volúmenes máximos en todos los períodos de la hora. Las concentraciones de flujo máximo en breves intervalos dentro de la hora se indican mediante valores que están significativamente por debajo de la unidad. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

El volumen horario de demanda máxima se transforma en volumen de servicio utilizando su factor horario. Es necesario un conteo de vehículos en el área de estudio para determinar el FHMD; este conteo de vehículos debe incluir el número de vehículos que pasan diariamente por el sitio de estudio, con esta capacidad dividida en intervalos de 15 minutos. Matemáticamente, el FHMD es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el volumen máximo (Q_{tmax}), que se produce durante un período determinado dentro de dicha hora. Se afirma como.

$$V_s = VHMD / FHMD \dots\dots\dots (Ec. 2.5)$$

$$FHMD = VHM / N (Qt \text{ máx}) \dots\dots\dots (Ec. 2.6)$$

Donde:

N = Número de periodos durante la hora de máxima demanda

t = Duración del período en minutos

Las duraciones (t) de los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 ó 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD_{15} = VHMD / 4 (Q_{15} \text{ máx}) \dots\dots\dots (Ec. 2.7)$$

2.2.6 Velocidad

La magnitud del vector y la flecha indican la dirección del objeto. Es la relación entre dónde está el cuerpo y cuándo está cubierto. La unidad SI es m/s, pero cuando se trata de carreteras y caminar, la unidad es km/h. La magnitud del vector y la flecha indican la dirección del objeto. Es la relación entre dónde está el cuerpo y cuándo está cubierto. La unidad SI es m/s, pero para carreteras y peatones, la unidad es km/h. (Correa, 2021).

$$v = d \times t \dots\dots\dots (Ec. 2.8)$$

Donde:

V = Velocidad constante (km/h)

d = Distancia recorrida (Km)

t = tiempo de recorrido (horas)

La velocidad se rige por el tipo de Vehículos, el conductor y la vía, así como por los límites impuestos por el volumen de tráfico, las condiciones meteorológicas y las normas de circulación. (Montoya, 2021)

A continuación, se presentan los tipos de velocidad:

✓ **Velocidad de Punto:**

La velocidad a la que un vehículo pasa por un punto o cruza una carretera y se utiliza para medir señales de velocidad en áreas específicas, condiciones de tráfico y condiciones climáticas, y puede ser compartida rápidamente por grupos de usuarios. (Navarro, 2018)

✓ **Velocidad local o instantánea:**

La velocidad a la que viaja un automóvil en una carretera o carretera en un momento dado. (Navarro, 2018)

✓ **Velocidad de circulación o de marcha:**

También es conocida como velocidad de crucero. El resultado de dividir la distancia recorrida por el tiempo recorrido por el vehículo. Esta velocidad es más alta que el límite de velocidad porque no tiene en cuenta la desaceleración o la detención si el automóvil está en movimiento. La velocidad del vehículo es una medida de qué tan bien una carretera sirve a los conductores y puede variar durante el día debido a la congestión del tráfico. Actualmente, la mayoría de los autos ofrecen la posibilidad de acelerar constante y evitar exceder la velocidad permitida. (Correa, 2021)

Vel. de marcha = Distancia recorrida / Tiempo de marcha..... (Ec. 2.9)

Donde:

Tiempo de marcha: “Tiempo de viaje en automóvil, que es el tiempo total de viaje menos el tiempo que el automóvil estuvo detenido por cualquier motivo” (Montoya, 2005)

✓ **Velocidad de recorrido:**

También conocida como velocidad Global o velocidad de viaje, es la distancia recorrida desde el inicio hasta el final del viaje dividida por el tiempo recorrido de viaje. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

Vel. de recorrido = Distancia recorrida / tiempo de recorrido.....(Ec. 2.10)

Donde:

Tiempo de recorrido: El tiempo total que tarda un automóvil en recorrer una cierta distancia. Además de las capacidades del conductor, este parámetro también incluye la duración de todas las maniobras debidas a reducciones de velocidad y obstáculos causados por la vía, el tráfico y los equipos de control. Los retrasos en la carretera, como atascos, restaurantes, centros de entretenimiento, etc., no cuentan en el cálculo de la velocidad de conducción. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

✓ **Velocidad media de recorrido:**

Para todos los vehículos o un grupo de vehículos, la distancia total dividida por el tiempo total de viaje. Si todos los vehículos o grupos viajan la misma distancia, la velocidad de viaje se puede encontrar dividiendo la distancia recorrida por el tiempo de viaje. La velocidad de viaje se utiliza para comparar los estilos de conducción con otras rutas, una con otra, o la variación de la misma, para medir los resultados. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

✓ **Velocidad de operación:**

Esto es a lo que el conductor se refiere como la velocidad de conducción. Se sabe que el 85% de los conductores viajan por debajo de esta velocidad en esta sección de la carretera (Correa, 2021)

2.2.7 Análisis del flujo vehicular

El análisis de la situación del tráfico tiene como objetivo comprender las características y el comportamiento del tráfico, los requisitos necesarios para la planificación, el proyecto y la gestión de carreteras, las carreteras y sus funciones adicionales en los sistemas de gestión del tráfico. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018)

2.2.7.1 Variables del flujo vehicular

La dinámica del vehículo sufre importantes cambios y conexiones. Los principales parámetros de un vehículo de carreras son: aceleración, velocidad y densidad. La comprensión de estas variables es importante porque indican el tipo o la cantidad de actividad que realizan los usuarios de cada vía. Al desvincularlos, se pueden determinar las características del vehículo para predecir el resultado de varios proyectos o decisiones. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018)

Densidad (k):

Se llama estabilidad, como la distancia a pie. Es el número "n" de vehículos vistos en el tiempo t_0 en todo un tramo "L". Se mide en vehículos por kilómetro [veh/km]. (Fernández, 2010)

$$k = n/L \dots \dots \dots (Ec. 2.11)$$

2.2.8 Capacidad y nivel de servicio.

2.2.8.1 Capacidad

Se define como la capacidad de los equipos viales, que pueden ser calles, intersecciones, estaciones o la cantidad de cosas (automóviles, personas, mercancías) que se pueden enviar simultáneamente bajo ciertas condiciones. También se puede definir como la velocidad a la que un dispositivo vial puede atravesar o fijarse. (Fernández, 2010)

Según Bañón Blázquez y Beviá García (2000) la capacidad depende de la forma de la carretera (geometría y características del vehículo) y del vehículo, especialmente de su diseño. También se deben considerar las normas de tránsito existentes, como limitaciones de velocidad o prohibiciones de adelantamiento, así como las condiciones ambientales y meteorológicas y el conductor (estado físico, experiencia, personalidad) también influye en la capacidad de la vía.

2.2.8.2 Nivel de servicio

El nivel de servicio es un concepto que se utiliza para medir la calidad del flujo vehicular. Que describen el comportamiento del vehículo, incluidas las actitudes del conductor y del pasajero. Estos estándares se definen en términos de velocidad y tiempo de viaje, facilidad de movimiento, comodidad, conveniencia y seguridad vial (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018).

2.2.9 Metodología HCM – 2010

Para determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular del tramo propuesto se ha utilizado la metodología del capítulo 17 (Segmentos de calles urbanas), del MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS - 2010.

2.2.9.1 Metodología HCM - 2010 para segmentos de calle urbana

Apto para tramos de carreteras urbanas o rurales. El segmento puede ser parte de un camino de recolección de una o dos rutas comerciales. El enfoque centrado es en vehículos de HCM de 2010 mide automóviles, motocicletas, vehículos y transporte, y los automóviles representan la mayoría de todos los vehículos. Esta tecnología se utiliza para evaluar el rendimiento del vehículo desde la perspectiva del conductor. La solución a este problema es la siguiente:

✓ **Límites de análisis.**

Los límites de la sección de análisis están definidos por el área de trabajo a la derecha y el área completa. Los puntos de entrada de límite se devuelven desde esta línea para cada tramo. Los límites de inspección deben establecerse para cada parte de acuerdo con la situación en el momento de la inspección. En general, el área de influencia debe ser mayor a 250 pies (76,5 m. aproximadamente) hacia atrás desde la línea de parada en cada tramo de intersección.

✓ **Periodo de estudio y periodo de análisis.**

El tiempo de análisis es la aplicación del método. Por otro lado, el período de aprendizaje y el período de revisión del desempeño son uno o más períodos consecutivos. El Capítulo 17 de HCM 2010 recomienda 1 hora de tiempo de lectura, 15 minutos de tiempo de revisión. Para esto, un vehículo debe estar disponible.

✓ **Definición de segmento de calle urbana.**

Para el análisis, la calzada se separa en elementos que son físicamente adyacentes y operan como una sola entidad para servir a los viajeros. Estos elementos son puntos y enlaces. Un punto representa el límite entre enlaces y está representado por una intersección. Un enlace representa un tramo de calzada entre dos puntos. Un enlace y sus puntos límites se conocen como un segmento. El enlace y sus puntos límites deben evaluarse juntos para proporcionar una indicación precisa del rendimiento general del segmento. Para una determinada dirección de viaje a lo largo del segmento, las medidas de rendimiento del enlace y del punto aguas abajo son combinadas para determinar el rendimiento general del segmento.

✓ **Consideraciones sobre la longitud del segmento.**

El método descrito no es adecuado para el análisis de fragmentos cortos, y cuando los fragmentos se consideran fragmentos cortos:

- Durante las inspecciones, la línea a menudo se mueve de un lugar a otro (es decir, se sumerge).
- El carril de la derecha es más largo que el carril de abajo y es necesario para el transporte.

En general, las áreas urbanizadas y los segmentos de carretera designados de menos de 400 pies (121,92 m) se ven afectados por uno o ambos.

✓ **Niveles de servicio según la metodología HCM – 2010.**

Para determinar el número de vehículos de un determinado tipo circulando por un tramo de vía urbana, se utiliza un método basado en dos parámetros de comportamiento (velocidad del vehículo en línea recta y desviación del volumen de tráfico). Estos valores de rendimiento se miden en el sitio y son observados por los viajeros. A continuación, se explica cada medida.

La velocidad de viaje: La velocidad está determinada por la cantidad de tráfico en la carretera y muestra los factores que afectan el tiempo de movimiento de la conexión y la duración del tráfico en la carretera local.

Relación volumen/capacidad: La relación está determinada por el Volumen en la dirección que cruza el río y muestra el Volumen proporcionado por esa sección.

Tabla 5:

Criterios del nivel de servicio de segmentos para el modo automóvil

Velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad base de flujo libre (%)	<u>Nivel de servicio por relación volumen- Capacidad</u>	
	≤ 1.0	≥ 1.0
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤ 30	F	F

Fuente: HCM, 2010. Traducido al español

A continuación, se describen los diferentes niveles de servicio según Manual de Capacidad Vehicular (HCM-2010)

Nivel de servicio A: Este nivel describe la operación de flujo libre. Los vehículos no están sujetos a restricciones de tráfico. Hay muy pocos retrasos en los cruces fronterizos. La velocidad de movimiento es superior al 85% de la velocidad inicial y la relación de potencia no es superior a 1,0. (HCM-2010)

Nivel de servicio B: describe un funcionamiento razonablemente libre de obstáculos. La capacidad de maniobra dentro de la corriente de tráfico está solo ligeramente restringida, y la demora de control en la intersección del límite no es significativa. La velocidad de viaje está entre

67% y 85% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen-capacidad no es mayor que 1.0. (HCM-2010)

Nivel de servicio C: Se ha descrito como una operación estable. La capacidad de moverse entre unidades y cambiar de dirección puede ser inferior a LOS B. Las colas más largas en la intersección del límite pueden contribuir a velocidades de viaje más bajas. La velocidad de viaje está entre el 50 % y el 67 % de la velocidad de flujo libre base, y relación el volumen-capacidad no es mayor que 1.0. (HCM-2010)

Nivel de servicio D: Este nivel indica inestabilidad, lo que significa que un ligero aumento en el tráfico podría causar demoras y velocidades de viaje reducidas. Esta operación puede deberse a una progresión adversa del semáforo, volumen alto o tiempo de semáforo inapropiado en la intersección del límite. La velocidad debe estar entre el 40% y el 50% de la velocidad libre inicial y la relación entre volumen y capacidad no debe exceder de 1,0. (HCM-2010)

Nivel de servicio E: Se caracteriza por alta eficiencia. Tales operaciones pueden deberse variaciones de progresión adversa, alto volumen y tiempo de señal inapropiada en la intersección del límite. La velocidad debe estar entre el 30% y el 40% de la velocidad libre inicial y la relación volumen/potencia no debe exceder de 1,0. (HCM-2010)

Nivel de servicio F: Es conocido por correr extremadamente lento. Puede haber congestión en la intersección del límite, en forma de largas demoras y largas colas. La velocidad de funcionamiento es inferior al 30 % de la velocidad libre o la relación de potencia es superior a 1,0. (HCM-2010)

✓ **Datos de entrada requeridos en la metodología HCM – 2010.**

Los datos se enumeran en la Tabla N° 6. Estos deben especificarse por separado para cada dirección de viaje del segmento y para cada intersección de límites.

Tabla 6:

Requisitos de datos de entrada: modo automóvil

CATEGORÍA DE DATOS	LOCALIZACIÓN	ELEMENTO DE DATO DE ENTRADA
Característica del tráfico	Intersección límite	Tasa de flujo de demanda
	segmento	Tasa de flujo del segmento medio
Diseño geométrico	Intersección límite	Número de carriles
		Ancho de intersección aguas arriba Número de carriles directos
	segmento	Número de carriles en los puntos de acceso
		Longitud del segmento Longitud mediana restrictiva Proporción de segmento con bordillo
otros	segmento	Duración del periodo de análisis
		Límite de velocidad
		Demora del control directo (de transporte.
Medidas de desempeño	Intersección límite.	Directo)
	Segmento	Capacidad Demora del segmento medio

Fuente: HCM, 2010. Traducido al español

A continuación, se describe cada dato de entrada de las distintas categorías de datos de la Tabla anterior:

- **Datos de las características del tráfico**

Estos datos describen el flujo de tráfico de los vehículos motorizados que circulan por la calle durante el período de análisis.

Tasa de flujo de demanda: Es el número de vehículos que llegan a la intersección durante el período de observación dividido por la duración del período de análisis. Se determina para cada grupo movimiento.

Tasa de flujo del segmento medio: Es el número de vehículos que circulan por el segmento durante el período de análisis dividido por la duración del período de análisis. Este volumen está determinado por un segmento separado para cada dirección de viaje.

- **Datos de diseño geométrico**

Esta información describe los elementos geométricos del segmento o intersecciones que se procesan en la metodología automóvil.

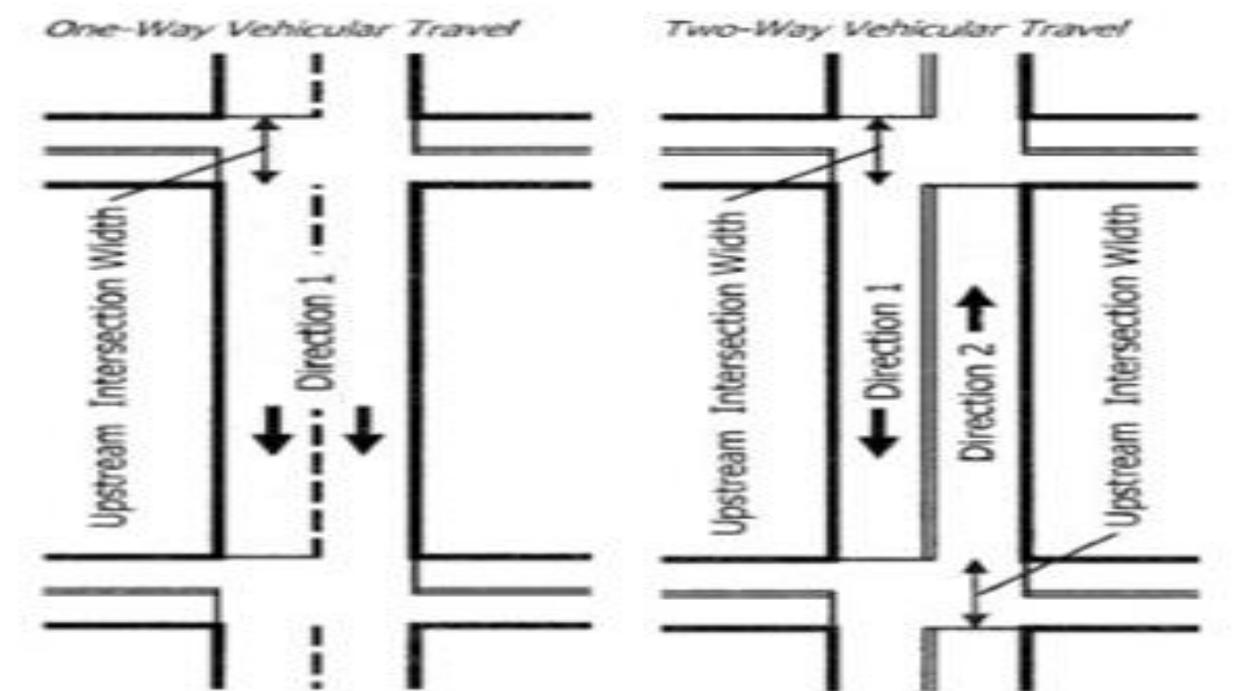
Número de carriles: Es la cantidad de carriles que se proporcionan para cada movimiento de tráfico en la intersección. Para un movimiento de giro, este cómputo representa los carriles reservados para el uso exclusivo de los vehículos que giran. Los carriles compartidos por dos o más movimientos se incluyen en el recuento de carriles directos y se describen como carriles compartidos.

Ancho de intersección aguas arriba: Se calcula para una dirección de viaje determinada y representa el ancho efectivo de la calle transversal. En una calle de doble sentido, representa la distancia entre la línea de parada (o ceda el paso) para los dos segmentos opuestos de

movimientos directos en la intersección del límite, medida a lo largo de la línea central del segmento.

Figura 3:

Ancho de una intersección aguas arriba



Fuente: HCM, 2010

Número de carriles directos: Es la cantidad de carriles que se extienden a lo largo del segmento y sirven a los vehículos de tránsito directo. Este recuento se especifica por separado para cada dirección de viaje a lo largo del segmento. No se incluye en este cómputo un carril provisto para el uso exclusivo de vehículos que giran.

Número de carriles en los puntos de acceso: El recuento de carriles de una intersección de punto de acceso es el número de carriles que están disponibles para cada movimiento de tráfico a través de la intersección. Siguiendo las instrucciones dadas en la oración anterior para calcular la cantidad de carriles en las intersecciones de límites.

Longitud del segmento: El segmento está determinado por la separación entre los puntos de intersección de los límites. La línea de parada, la línea de ceda el paso o el equivalente funcional en la dirección de viaje en cuestión sirve como punto de medición en cada intersección. A lo largo de la línea central de la calle, se mide esta distancia. Si las dos direcciones de viaje son diferentes, se usa la longitud promedio. Ciertos cálculos tienen en cuenta la longitud del enlace. Se determina restando la longitud del segmento de la intersección del ancho del límite aguas arriba.

Longitud de mediana restrictiva: La longitud de una calle con una mediana restrictiva (como un bordillo elevado) se denomina longitud mediana restrictiva. Para determinar esta longitud, la línea central de la calle se mide de punto medio a punto medio. No se incluye la longitud de las aberturas medianas de la calle.

Proporción de segmento con bordillo: Es la porción de la longitud del enlace donde un bordillo corre a lo largo del lado derecho del segmento. Esta relación se calcula dividiendo la longitud de la intersección por la longitud de la calle con bordillos. Desde el comienzo de la sección transversal del bordillo hasta el final de la sección transversal del bordillo en el cruce, se calcula la longitud de la calle con una sección transversal del bordillo. Esta longitud no se reduce para el ancho de la entrada de vehículos. Cada dirección de viaje a lo largo del segmento tiene su propia entrada para este valor.

Número de aproximaciones de puntos de acceso: Lo que se cuenta es la cantidad de calles públicas y entradas sin marcar que conducen al segmento. Cada lado del segmento se cuenta por separado al calcular este número. Debe coincidir o ser mayor que la cantidad de puntos de acceso activos utilizados para determinar la demora directa del vehículo del segmento. La calle

transversal aproximada en el lado derecho (en la dirección de viaje) de la intersección del límite aguas abajo se cuenta incluso si no está señalizada.

- **Otros datos**

Duración del período de análisis: Deben asignarse 15 minutos para la fase de análisis del análisis operativo. Este período de tiempo capturará efectivamente los efectos negativos de los picos de demanda. Analice siempre las condiciones durante los 15 minutos de un período de 24 horas con la mayor demanda de tráfico como parte de una evaluación completa.

Límite de velocidad: El límite de velocidad representa una sola variable de entrada y se puede usar como una forma conveniente de estimar la velocidad de carrera. Este método utiliza la velocidad de ejecución para evaluar el rendimiento de la segmentación.

- **Medidas de rendimiento**

Demora de control directo: Es el retraso del control de movimiento hacia adelante en la intersección del límite aguas abajo. Su cálculo depende del tipo de control utilizado en la intersección.

Capacidad: La capacidad del grupo de movilidad representa el número máximo de vehículos que se pueden descargar de la cola durante el período de análisis dividido por la duración del período de análisis. Este valor es necesario para los movimientos que ingresan al segmento en las intersecciones de los límites aguas arriba y para los movimientos que salen del segmento en las intersecciones de los límites aguas abajo.

Demora del segmento medio: Un vehículo de paso que viaja a lo largo de un segmento de carretera puede encontrarse con varias condiciones que hacen que disminuya ligeramente la velocidad o que incluso se detenga. Estas condiciones retrasan el tráfico y aumentan el tiempo de viaje en su segmento. A continuación, se muestran las situaciones que pueden causar este retraso:

- Vehículos que giran desde el segmento hacia una aproximación del punto de acceso.
- Peatones cruzando en un cruce de peatones del segmento medio.
- Vehículos que maniobran hacia o desde un espacio de estacionamiento en la calle.
- Vehículos estacionados en doble fila bloqueando un carril, y
- Vehículos en un carril caído que se incorporan al carril adyacente.

2.2.10 Aforos

La capacidad es el proceso de medir el número de vehículos y/o peatones que pasan por un tramo de vía por unidad de tiempo. Las estadísticas vehiculares se utilizan para obtener: volumen anual medio diario, volumen medio diario, volumen máximo horario, categoría del vehículo, etc. (Gómez, 2004)

2.2.10.1 Métodos manuales:

Son los que registran vehículos manualmente o dibujando trazos en papel. Con la ayuda de estos medidores, se puede recopilar información sobre los vehículos, sus ocupantes y la cantidad de vehículos que giran a la derecha o a la izquierda, información que no se puede obtener por ningún otro método. Cuando el tráfico es pesado, la capacidad se puede dividir en 30 minutos o incluso en 15 minutos. La longitud de la medición varía dependiendo de lo que esté midiendo. Algunos procedimientos de medición clasificados pueden durar hasta 24 horas. Se requiere más de una persona para realizar la medición durante los períodos de mucho tráfico. El tipo y la cantidad de

personal, las instrucciones, el nivel de supervisión y el volumen de información que debe recopilar cada persona afectan la precisión y confiabilidad de la medición. (Montoya, 2005)

✓ **Aforo de tráfico mediante el uso de plantillas de conteo.**

Con la ayuda de medidores de tráfico, que trabajan en el campo, los volúmenes de tráfico se determinan utilizando este método. Es posible clasificar los vehículos utilizando este método manual según su tamaño, tipo, número de ocupantes y otras características. Además, este tipo de capacidad permite registrar otros movimientos, incluidos giros a la izquierda y a la derecha, así como otros movimientos tanto de vehículos como de peatones. Los conteos manuales se utilizan en las siguientes situaciones: cuando se desea medir la precisión de los medidores mecánicos; cuando los requisitos de capacidad son inusuales (por ejemplo, cuando se requieren conteos por breves períodos de tiempo); cuando las inclemencias del tiempo impidan el uso de contadores mecánicos de tránsito; y, obviamente, cuando no se disponga de equipo automático. El costoso y laborioso mantenimiento de los indicadores de tráfico es un gran inconveniente de este método de conteo. En formularios creados especialmente para cada caso individual, el personal de campo lleva los datos de conteo. (Gómez, 2004).

✓ **Aforo de tráfico mediante el uso de un contador manual electrónico.**

Este conteo manual implica a una o más personas que registran los vehículos observados utilizando un contador. La mayoría de los contadores cuentan con varios botones, cada uno de los cuales se puede utilizar para registrar los datos del volumen para diversos movimientos y diversos tipos de vehículos. Los contadores electrónicos separan automáticamente los datos en intervalos y se almacenan en una memoria de semiconductor, los datos se pueden visualizar directamente en el equipo. Los equipos traen un software para transferir los datos a una computadora, donde se procesan y se imprimen. (Gómez, 2004)

2.2.10.2 Métodos automáticos

Los aforos automáticos obtienen datos de volúmenes de tráfico a través del uso de detectores superficiales tales como: detectores neumáticos, contacto eléctrico, fotoeléctrico, radar, magnético, ultrasónico, infrarrojo, etc. Estos detectan el vehículo que pasa y transmiten la información a un registrador, que está ubicado a un lado del camino. (Gómez, 2004)

2.2.11 Estudios de demoras y tiempos de viaje

Estos estudios ayudan a identificar la ubicación, la naturaleza y la gravedad de los retrasos en el tráfico, así como la eficacia del movimiento del tráfico a lo largo de una ruta. Cuando el tráfico se detiene o se mueve con demasiada lentitud, se recopila información sobre los retrasos. La duración del retraso en el tránsito se expresa en unidades de tiempo, teniendo en cuenta el lugar correspondiente, el motivo subyacente y la frecuencia con la que se producen los retrasos durante el viaje. (SEDESOL, 2004)

2.2.11.1 Método del vehículo de prueba

Consiste en el uso de un vehículo que recorrerá una ruta de interés. El vehículo deberá cumplir con ciertas condiciones de operación según la técnica que se utilice. (SEDESOL, 2004)

2.2.11.2 Técnica del vehículo medio

De esta manera, la velocidad del vehículo para el cual se mide el tiempo de viaje debe acelerarse y desacelerarse en función de lo que el conductor cree que es la velocidad más común en la carretera. En el pasado, los puntos de inicio y finalización debían conocerse para que el vehículo de prueba pudiera conducir a esos puntos de acuerdo con sus condiciones de operación. Los detalles de la duración del curso se registran en la hoja de campo. (SEDESOL, 2004)

2.2.11.3 *Tamaño de muestra*

Aunque los tamaños de muestra para los tiempos de viaje y las demoras son difíciles de determinar, la información que se presenta en la siguiente Tabla es una estimación del tiempo de viaje y el diseño de la demora después de determinar el error del modelo para los fines del estudio. Para estudios de carreteras, análisis de tráfico y análisis económicos, se recomienda un error de +/- 3,5 a +/- 6,5 km/h. (SEDESOL, 2004)

Tabla 7:

Muestra mínima para tiempos de viaje y estudios de demora

Rango medio	Número mínimo del muestreo para el error					
	+/- 2	+/- 3.5	+/- 5 km/h	+/- 6.5 km/h	+/- 8 km/h	
5	4	3	2	2	2	
10	8	4	3	3	2	
5	14	7	5	3	3	
20	21	9	6	5	4	
25	28	13	8	6	5	
30	38	16	10	7	6	

Fuente: SEDESOL ,2004

El rango medio de velocidades de viaje (km/h) mencionado en la Tabla anterior se calcula con la siguiente fórmula:

$$R = \sum S / (N - 1) \dots\dots\dots (Ec. 2.12)$$

Donde:

- R = rango medio en velocidades de viaje (kph)
- S = sumatoria de los valores de las diferencias en velocidad
- N = número de recorridos

2.2.11.4 Procedimiento de cálculo del nivel de servicio de segmentos

Paso 1: Determinar el tiempo de movimiento

Para determinar el tiempo de movimiento primero se debe calcular la velocidad de flujo libre, el factor de ajuste de proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional debido a las fuentes de retraso del segmento medio; pues la fórmula para determinar el tiempo de movimiento tiene en cuenta estas variables. A continuación, se describe el cálculo de cada variable mencionada y del tiempo de movimiento.

✓ Determinar la velocidad de flujo libre (S_f)

La velocidad de flujo libre representa la velocidad de movimiento promedio de los automóviles directos que viajan a lo largo de un segmento en condiciones de bajo volumen y sin retrasos por dispositivos de control de tráfico u otros vehículos. Refleja el efecto del entorno de la calle en la elección de la velocidad del conductor. Los elementos del entorno de la calle que influyen en esta elección en condiciones de flujo libre incluyen el límite de velocidad, la densidad de los puntos de acceso, el tipo de mediana, la presencia de bordillos y la longitud del segmento.

La velocidad de flujo libre se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$S_f = S_{fo} f_L \quad (\text{Ec. 2.13})$$

Donde:

S_f = Velocidad de flujo libre (mi/h)

S_{fo} = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

f_L = Factor de ajuste de espaciado de señal

a.1. Velocidad de flujo libre base (Sfo)

La velocidad de flujo libre base es la velocidad de flujo libre en segmentos más largos. Se calcula usando la siguiente ecuación:

$$Sfo = So + fcs + fA \quad (Ec. 2.14)$$

Donde:

Sfo = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

So = Velocidad constante (mi/h)

fc = Ajuste para la sección transversal (mi/h)

fA = Ajuste para puntos de acceso (mi/h)

La velocidad constante y los factores de ajuste mencionados se calculan con las siguientes formulas:

1. Velocidad constante:

$$So = 25.6 + 0.47Spl \quad (Ec. 2.15)$$

Dónde:

Spl = límite de velocidad publicado (mi/h).

2. Factor de ajuste para la sección transversal:

$$fCS = 1.5prm - 0.47pcurb - 3.7pcurbprm \quad (Ec. 2.16)$$

Dónde:

- prm = proporción de longitud de enlace con mediana restrictiva (decimal) y
- $pcurb$ = proporción de segmento con bordillo en el lado derecho (decimal).

3. Factor de ajuste para puntos de acceso:

$$fA = -0.078Da/Nth \dots \dots \dots (Ec. 2.17)$$

$$\text{Con: } Da = 5280(Nap, + Nap,o)/(L - Wi) \quad (Ec. 2.18)$$

Dónde:

Da = densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi);

Nth = Carriles directos en el segmento en la dirección de viaje en cuestión (ln) \square Nap, s = número de aproximaciones al punto de acceso en el lado derecho en dirección de viaje del sujeto (puntos)

Nap, o = número de aproximaciones al punto de acceso en el lado derecho en dirección opuesta de viaje (puntos);

Wi = ancho de la intersección señalizada (pies).

a.2. Ajuste para el espaciado de la señal

La velocidad de flujo libre se ve influenciada por la longitud del segmento (cuando se define por intersecciones de límites señalizados). Por ello en el cálculo de la velocidad de flujo libre se utiliza el factor de ajuste de espaciado de señal.

$$fL = 1.02 - 4.7 (Sfo - 19.5)/\max (Ls, 400) \leq 1.0 \quad (Ec. 2.19)$$

Donde:

fL = Factor de ajuste de espaciado de señal.

Sfo = Velocidad de flujo libre base (mi/h).

Ls = Longitud del segmento.

- ✓ Ajuste de cálculo por proximidad de vehículo

El factor de ajuste de proximidad ajusta el tiempo en movimiento de flujo libre para tener en cuenta el efecto de la densidad del tráfico.

$$fv = 2 / (1 + (1 - (vm / 52.8NthSf))^{0.21}) \dots\dots\dots (Ec. 2.20)$$

Donde:

fv = Factor de ajuste de proximidad.

vm = Tasa de flujo de demanda del segmento medio (veh/h).

Nth = Número de carriles directos en el segmento en la dirección de viaje en cuestión (ln).

Sf = Velocidad de flujo libre (mi/h).

- ✓ Cálculo de la demora debido a los vehículos que giran

Tabla 8:

Demora debido a vehículos que giran

Volumen del segmento medio	Demora (s/veh/pt) por número de carriles directos		
	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: TRB. HCM, 2010. Traducido al español

✓ Cálculo del tiempo de movimiento del segmento

El tiempo de movimiento del segmento se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_R = \frac{6-l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{Nap} dap, i + dother \dots (Ec. 2.21)$$

Con:

$$f_x = \begin{cases} 1 & \text{(movimiento directo controlado por STOP o señalizado)} \\ 0 & \text{(movimiento directo no controlado)} \\ \min \left[\frac{v_{th}}{c_{th}}, 1.00 \right] & \text{(movimiento directo controlado por CEDA EL PASO)} \end{cases}$$

Donde:

t_R = Tiempo de movimiento del segmento (s)

l_1 = Tiempo perdido de arranque= 2.0 sí está señalizado

L = longitud del segmento (ft)

f_x = Factor de ajuste de tipo de control

v_{th} = Tasa de flujo de demanda directa (veh/h)

c_{th} = Capacidad de movimiento directo (veh/h)

dap, i = Demora debido a giros a la izquierda y a la derecha desde la calle hacia la intersección del punto de acceso (s/veh);

Nap = Número de aproximaciones influyentes al punto de acceso a lo largo del segmento
= $Nap, s + pap, ltNap, 0$ (puntos)

Nap, s = Número de aproximaciones del punto de acceso en el lado derecho en la dirección de viaje en cuestión (puntos)

$Nap, 0$ = Número de aproximaciones al punto de acceso en el lado derecho en la dirección opuesta al viaje (puntos)

pap, lt = Proporción de Nap, o a la que se puede acceder girando a la izquierda desde la dirección de viaje en cuestión.

dother = demoras debido a otras fuentes a lo largo del segmento (por ejemplo, estacionamiento en la acera o peatones) (s/veh).

Paso 2: Determinar la duración de la fase de la señal

Este paso se aplica a la intersección del límite aguas abajo, y se debe considerar lo siguiente:

Si la intersección del límite aguas abajo no está señalizada, se omite este paso.

Si la intersección del límite aguas abajo tiene un control de señal pre programado, entonces la duración de la fase de la señal es el valor deseado.

Paso 3: Determinar la velocidad de viaje

La velocidad de viaje para una dirección de viaje determinada a lo largo del segmento se calcula con la siguiente ecuación:

$$ST, \text{ seg} = 3600 L / 5280 (tR + dt) \dots \dots \dots (Ec. 2.23)$$

Donde:

$ST, \text{ seg}$ = Velocidad de viaje de vehículos directos para el segmento

L = Longitud del segmento (pies)

tR = Tiempo de movimiento del segmento (s)

dt = Demora directa (s/veh)

La demora de control utilizada en la ecuación anterior es la incurrida por el grupo de carriles directos en la intersección del límite aguas abajo.

Paso 4: Determinar el nivel de servicio

El nivel de servicio se caracteriza por el desempeño de dos dimensiones, una mide la velocidad a la que se mueve el tráfico directo, conocida como velocidad máxima de flujo libre, y la otra mide la cantidad/intensidad del movimiento en la dirección a lo largo de la línea límite inferior. El nivel de servicio se determina para ambas direcciones de viaje a lo largo del segmento.

2.3 Definición de términos básicos.

Volumen de tránsito: Es la cantidad de número de vehículos que pasan por un punto en un periodo determinado donde se expresa en vehículos por hora (veh/h). (Fernández, 2008, p. 24)

Velocidad: Es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo recorrido se expresa en kilómetros por hora (Km/h) (Radelat, 2003, p. 136)

Congestión: Aglomeración de vehículos en alguna parte de la vía. (Gómez,2004)

Densidad: Es el número de vehículos por unidad de longitud de la vía y se expresa en vehículos por kilómetro (veh/Km). (Radelat, 2003, p. 136)

Intersecciones: Es el cruce de dos o más calles o avenidas, y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta. (Board, T.R 2000. Highway Capacity Manual. Washington D.C.)

Nivel de servicio: Es la calidad de servicio que describe las condiciones de un flujo de tránsito, tenemos que analizar la velocidad, las demoras y la velocidad de viaje. (Board, T.R 2000. Highway Capacity Manual. Washington D.C.)

Avenida: Calle ancha generalmente de doble sentido con calzadas separadas por una berma central. Diversas vías del tipo arterial y colectoras han recibido la calificación de avenida. (Manual de diseño geométrico de vías urbanas, 2005)

Bombeo: Pendiente o inclinación transversal en tramos rectos de una vía, para facilitar el escurrimiento de las aguas superficiales, evitando la acumulación de agua en el pavimento. (Manual de diseño geométrico de vías urbanas, 2005)

Pendiente: Es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos. (Navarro, 2018)

Bordillo: También llamado sardinel o cordón. Es una estructura que sobresale verticalmente en los bordes de la vía. (Correa, 2021)

Calzada: Es la parte de la sección de la vía, destinada a la circulación exclusiva de vehículos. (Manual de diseño geométrico de vías urbanas, 2005)

Carril: Es parte de la calzada, el ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos. (Cárdenas Grisales y Cal y mayor, 2018)

Mediana: Es la franja longitudinal del terreno no destinada a la circulación, es separar dos calzadas con distinto sentido de circulación. (Bañón Blázquez y Beviá García, 2000)

Pasos cebra: Zonas de la calzada convenientemente señalizadas destinadas al paso preferencial de peatones. (Bañón Blázquez y Beviá García, 2000)

Tiempo de Viaje: Tiempo de recorrido de un determinado espacio de vía, e incluye los tiempos de parada. (Navarro, 2018)

Vehículos ligeros: Son aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñadas para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor).

Vehículos pesados: Son aquellos que pertenecen a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O). (Manual de Carreteras DG, 2018)

CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 HIPÓTESIS

El nivel de servicio de La Avenida Mariscal Castilla es **D**. y su capacidad vehicular en cada dirección de viaje es mayor a 892 pero menor que 1056 vehículos/hora

3.2 VARIABLES

✓ **Variable dependiente**

Nivel de servicio.

Capacidad vehicular.

✓ **Variable independiente**

Velocidad de viaje.

✓ **Operacionalización de las variables.**

Tabla 9:

Operacionalización de las variables.

Hipótesis	Variables	Definición	Dimensión	Indicador	Fuente de recolección
El nivel de servicio de La Avenida Mariscal Castilla es D. y su capacidad vehicular en cada dirección de viaje es mayor a 892 pero menor que 1056 vehículos/hora	V.Independientes:	La velocidad Es la relación entre el espacio y el tiempo utilizado para recorrerlo, se expresa en kilómetros por hora (Km/h)	Tiempo de recorrido	Tiempo de demora	Trabajo de campo según HCM 2010.
	V.dependientes:	El nivel de servicio. es una medida de la calidad de flujo de tránsito por la vía. Se cuantifica en función a la velocidad, tiempo de recorrido, seguridad y costos de operación. La capacidad es el número máximo de vehículos que pasan por una sección de una vía en un determinado periodo de tiempo, sin que se presente problemas de congestionamiento	Condiciones de operación del flujo	nivel de servicio A, B, C, D, E, F se encuentra la Av. Mariscal Castilla.	Trabajo de gabinete según HCM 2010.
			Tasa máxima de flujo	Número de vehículos que pasan por una sección de una vía determinado periodo de tiempo.	Aforo vehicular

Tabla 10:

Matriz de consistencia de la metodología

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Métodos	Técnicas e Instrumentos	Método de análisis
Cuál es la Capacidad vehicular y el Nivel de Servicio en la Avenida Mariscal Castilla De La Ciudad De Jaén - Cajamarca	Objetivo general:	El nivel de servicio de La Avenida Mariscal Castilla es D. y su capacidad vehicular en cada dirección de viaje es mayor a 892 pero menor que 1056 vehículos/hora	Variable independiente:	Tipo de estudio:	Técnicas:	El método de análisis para HCM 2010 es cuantitativo
	Determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular en la Avenida Mariscal Castilla de la ciudad de Jaén - Cajamarca.		Velocidad de viaje.	Aplicativa: Su objetivo es resolver un problema o un método particular, con énfasis en la búsqueda y consolidación de conocimientos para su aplicación, enriqueciendo así el desarrollo cultural y científico.	✓ Reconocimiento del Área de investigación.	
	Objetivo específico:		Variable dependiente:		Mediciones de velocidades en campo	
	✓ Realizar el levantamiento topográfico.		Nivel de servicio.	Diseño: No experimental: Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.	✓ Levantamiento Topográfico	
	✓ Realizar el estudio de tráfico.		Capacidad vehicular.		✓ Conteo vehicular.	
	✓ Determinar el volumen horario de máxima demanda y la tasa de flujo en períodos de 15 minutos (Q15máx)			Población: Av. Mariscal Castilla.	Instrumentos:	
	✓ Determinar la hora de máxima demanda y el día de máxima demanda.			Muestra: Tramo entre la intersección de la Calle. Huamantanga con la Calle. Iquitos.	✓ Formato de recolección de datos de campo para el levantamiento topográfico.	
	✓ Obtener la velocidad de flujo libre base y la velocidad de viaje.			Unidad de análisis: Nivel de servicio.	✓ Formato de conteo vehicular.	
	✓ Determinar las demoras				✓ Formato para la medición de velocidades	
	✓ Determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular de los segmentos que comprenden el tramo					
✓ Proponer alternativa de solución para reducir el congestionamiento.						

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El estudio se realizó en la Avenida Mariscal Castilla, entre la intersección de la calle Huamantanga y la calle Iquitos donde se encuentra ubicado en el distrito de Jaén, provincia de Jaén y la región de Cajamarca. La longitud del recorrido es de aproximadamente 0+353.00 km y el ancho de la calzada es un promedio de 15 m y se analizó en ambas direcciones o sentidos de la calzada.

Tabla 11:

Coordenadas de ubicación del proyecto de estudio.

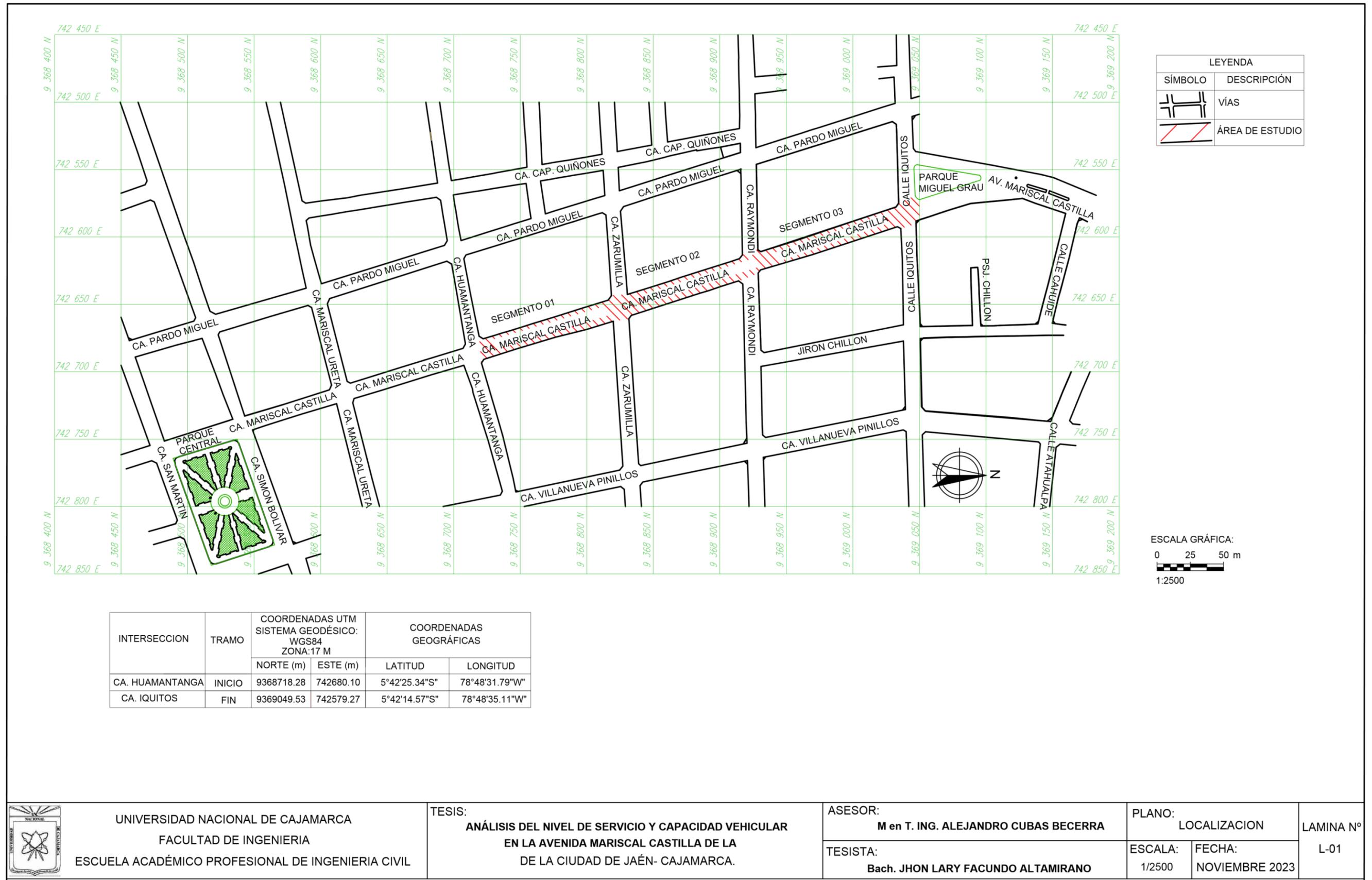
PUNTO	COORDENADAS UTM			COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m.s.n.m)	LATITUD	LONGITUD
INICIAL	9368718.28	742680.10	737.00	5°42'25.34 S	78°48'31.79 W
FINAL	9369049.53	742579.27	740.31	5°42'14.57 S	78°48'35.11 W

SISTEMA GEODÉSICO: WGS84.

ZONA: 17 M.

Figura 4:

Plano de localización de la Av. Mariscal Castilla con intersección entre la calle Huamantanga con la calle Iquitos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA DE LA DE LA CIUDAD DE JAÉN- CAJAMARCA.

ASESOR:
M en T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

TESISTA:
Bach. JHON LARY FACUNDO ALTAMIRANO

PLANO:
LOCALIZACION

ESCALA: 1/2500
FECHA: NOVIEMBRE 2023

LAMINA N°
L-01

3.4 Metodología.

Este estudio tiene como objeto descriptivo utilizó un método deductivo cuantitativo, es decir, partimos de lo general a lo específico. Este método se utilizó para interpretar y discutir los resultados del nivel de servicio alcanzado con la metodología HCM-2010, enfocada al automóvil.

Tipo de estudio:

Aplicativa: Su objetivo es resolver un problema o un método particular, con énfasis en la búsqueda y consolidación de conocimientos para su aplicación, enriqueciendo así el desarrollo cultural y científico.

Diseño:

No experimental: Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

3.5 Población, muestra, unidad de análisis

Población:

Av. Mariscal Castilla.

Muestra:

Tramo entre la intersección de la Calle. Huamantanga con la Calle. Iquitos.

Unidad de análisis:

Nivel de servicio.

3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Para determinar el nivel de servicio y capacidad vehicular es necesario conocer las características geométricas del tramo vial estudiado, así como el volumen de tránsito, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

✓ **Levantamiento topográfico:**

El levantamiento topográfico se realiza con estación total, con una estación total se puede conocer la longitud del tramo de vía, el ancho de vía, la pendiente del tramo de la avenida y otros datos necesarios en el proceso de cálculo.

✓ **Aforo vehicular:**

El Manual de HCM - 2010 indica que el análisis se realiza para cada dirección de viaje, por lo que la capacidad del vehículo se realiza para las 2 direcciones de viaje descritas en esta sección. En este estudio, dichas direcciones se denominan Dirección A y Dirección B.

✓ **Dirección de viaje A:** En la muestra de la Avenida Mariscal Castilla el punto de inicio de su dirección de viaje A es con la intersección de la calle Huamantanga hacia el punto final con la intersección de la calle Iquitos es decir el flujo vehicular va hacia el NorOeste.

✓ **Dirección de viaje B:** En la muestra de la Avenida Mariscal Castilla el punto de inicio de su dirección de viaje A es con la intersección de la calle Iquitos hacia el punto final con la intersección de la calle Huamantanga es decir el flujo vehicular va hacia el SurEste.

Además de estudiar cada dirección de viaje, la metodología expuesta indica dividir el tramo en segmentos.

La muestra estudiada se dividió en 3 partes, Para analizar los segmentos se requiere que estos tengan una longitud similar, además, se consideran las recomendaciones del HCM-2010 para analizar los límites de los segmentos. Estas recomendaciones se enumeran a continuación:

- Las intersecciones con tipos de control y pueden imponer requisitos legales para detener o dar paso a un segmento siempre deben usarse para definir los límites del segmento.
- Una intersección en el movimiento directo del segmento no está controlada (por ejemplo, una intersección de dos vías controlada por PARE) puede usarse para definir un límite de segmento, pero generalmente no se hace.

Los segmentos se analizaron en tres partes que se describen en la Tabla N°12, También se presenta en la figura 04 también en el plano de segmento (figura 21)

Tabla 12:

Segmentos analizados en la Avenida de Mariscal Castilla.

SEGMENTO	UBICACIÓN	DIRECCIÓN DE VIAJE
1	Entre la intersección de la calle Huamantanga con la calle zarumilla	A (Hacia el NorOeste) B (Hacia el SurEste)
2	Entre la intersección de la calle Zarumilla con la calle Raimondi	A (Hacia el NorOeste) B (Hacia el Sureste)
3	Entre la intersección de la calle Raimondi con la calle Iquitos	A (Hacia el NorOeste) B (Hacia el Sureste)

Después de estas consideraciones, teniendo la capacidad vehicular se determinó el volumen de tráfico en cada segmento en cada sentido de marcha mediante medición manual de vehículos. Se utilizaron formularios impresos preparados en Microsoft Excel para facilitar el conteo de vehículos.

3.7 Técnicas Procesamientos y análisis de la información:

En este paso, los datos de capacidad del vehículo se procesaron para analizar el conteo diario de vehículos, el tráfico semanal, el TPDS, la composición del vehículo, los histogramas de demanda máxima diaria, la demanda máxima por hora y el volumen de 15 minutos. demanda máxima (Q15máx), volumen vehicular y FHMD. Estos parámetros se calculan para cada segmento y cada dirección de conducción.

A partir de la información obtenida durante el levantamiento topográfico se elaboró un plano de ubicación y posición, un plano de planta de la parte investigada, un plano transversal, un plano de partes, un plan maestro topográfico y un perfil longitudinal. Se presentan en los siguientes Anexos.

✓ Recopilación de Información:

Observación:

La observación consiste en estudiar los aspectos más importantes de los objetos, eventos, situaciones sociales o personas en el contexto en el que suelen desarrollarse; permite comprender la realidad real del fenómeno. Las observaciones se registran en notas de campo.

La observación ayudó a obtener los números de vehículos y las características geométricas de la vía de interés.

Aforo manual:

Para realizar el Aforo Vehicular, el observador se ubicaba en la sección del tramo investigado y realizaba el conteo utilizando los formularios previstos para tal fin.

Técnicas para el procesamiento y análisis de la información: Los datos obtenidos fueron procesados en la oficina con la ayuda de una computadora, utilizando los siguientes programas para los fines necesarios.

- ✓ AutoCAD 2016: Para realizar los dibujos topográficos de la elaboración del levantamiento topográfico y de las secciones más representativas del tramo en estudio
- ✓ MS Excel 2016: Procesamiento de los datos obtenidos por el aforo manual y cálculo de los parámetros necesarios para obtener el volumen del vehículo y el nivel de servicio según TRB HCM Manual 2010
- ✓ MS Word 2016: Para redactar los resultados de la investigación

Metodología HCM – 2010

Con la información obtenida en el primer paso, procesada por el segundo y utilizando los métodos de análisis de automóviles HCM - 2010, se obtiene el promedio de nivel de servicio y Capacidad Vehicular de la Av. Mariscal Castilla que corresponde entre la intersección de la Calle Huamantanga con la calle Iquitos. Además, se consideró que la Avenida estudiada pertenece a un sistema descoordinado y los semáforos son por tiempo fijo.

Secuencia lógica para determinar el nivel de servicio de un segmento urbanos

- 1: Analizar datos de entrada
- 2: Analizar el tiempo de movimiento
- 3: Analizar la demora directa
- 4: Analizar la velocidad de viaje

✓ **Periodo de estudio**

El periodo del conteo se realizó por 7 días, desde las 7:00 a.m. hasta las 8:00 p.m. los aforos vehiculares se iniciaron el día lunes 20 de marzo y terminaron el día domingo 26 de marzo, se utilizó formatos impresos elaborados en Microsoft Excel donde nos facilitó dicha investigación. El Levantamiento topográfico se realizó el día 29 de marzo donde se limitó el estudio realizado.

✓ **Equipos, materiales y servicios**

MATERIALES

Wincha de mano de 8m (DEXTER)

Flexómetros de 50 m (KAMASA)

Útiles de escritorio (Lápiz, Lapicero, Tablero Acrílico, Regla)

Informes e impresiones y empastados

EQUIPO

Estación Total, GPS.

Computadora e Impresora

Internet

Cámara digital

SERVICIOS

Levantamiento topográfico

Aforo vehicular

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Presentación de Resultados.

4.1.1 Aforo vehicular

Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje A.

Las Tablas que se presentaran son el resumen del aforo vehicular diario de los segmentos el tránsito calculado Avenida Mariscal Castilla que va en dirección de viaje A, es la que se dirige hacia el NorOeste, El punto inicial (Calle Huamantanga) hacia el punto final (Calle Iquitos).

✓ Para el segmento 1.

Tabla 13:

Volumen vehicular diario del segmento 1, dirección de viaje A (Intersección de la calle Huamantanga con la calle Zarumilla).

DIA	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMION			
			AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E	4 E	
										
LUNES	3300	4240	23	47	114	25	10	2	2	7863
MARTES	3380	3921	95	60	119	22	3	2	2	7604
MIERCOLES	3654	3933	15	101	145	22	8	1	3	7982
JUEVES	3331	4261	14	50	106	26	10	2	1	7901
VIERNES	3495	4113	107	74	130	27	3	2	2	7953
SABADO	3724	4056	24	99	148	24	8	1	3	8187
DOMINGO	2881	3048	81	50	94	12	1	1	1	6169
TOTAL	23765	27572	59	481	856	158	43	11	14	53659
IMDS	3395	3939	108	69	122	23	6	2	2	7666
%	44.29%	51.38%	1.41%	0.90%	1.60%	0.29%	0.08%	0.02%	0.03%	100.00%

Tránsito semanal (TS):

$$TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$$

$$TS = 7863 + 7604 + 7982 + 7901 + 7953 + 8187 + 6169 = 53659 \text{ veh/ semana}$$

Tránsito promedio diario semanal:

$$TPDS = TS/7 = 53659/7 = 7666 \text{ Veh/día}$$

✓ **Para el segmento 2.**

Tabla 14:

Volumen vehicular diario del segmento 2, dirección de viaje A (Intersección de la calle Zarumilla con la calle Raimondi).

DIA	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMION			
			AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E	4 E	
										
LUNES	3287	4229	126	52	127	25	7	2	1	7856
MARTES	3359	3906	104	63	133	19	3	2	2	7591
MIERCOLES	3628	3905	117	96	152	19	7	1	3	7928
JUEVES	3297	4229	110	46	117	23	9	2	1	7834
VIERNES	3466	4085	111	77	129	25	3	2	2	7900
SABADO	3698	4018	123	115	159	27	7	1	3	8151
DOMINGO	2993	2954	78	73	115	9	2	1	1	6226
TOTAL	23728	27326	769	522	932	147	38	11	13	53486
IMDS	3390	3904	110	75	133	21	5	2	1.85714	7641
%	44.36%	51.09%	1.44%	0.98%	1.74%	0.27%	0.07%	0.02%	0.02%	100.00%

Tránsito semanal (TS):

$$TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$$

$$TS = 7856 + 7591 + 7928 + 7834 + 7900 + 8151 + 6226 = 53486 \text{ veh/ semana}$$

Tránsito promedio diario semanal:

$$TPDS = TS/7 = 53486/7 = 7641 \text{ Veh/día}$$

✓ Para el segmento 3.

Tabla 15:

Volumen vehicular diario del segmento 3, dirección de viaje A (Intersección de la calle Raimondi con la calle Iquitos).

DIA	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMION			
			AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E	4 E	
										
LUNES	3449	4388	144	70	130	26	8	2	2	8219
MARTES	3553	3958	124	76	129	21	3	2	2	7868
MIERCOLES	3788	4079	135	110	164	26	7	1	3	8313
JUEVES	3454	4406	143	61	137	23	10	2	1	8237
VIERNES	3638	4248	136	83	173	23	3	2	2	8308
SABADO	3858	4190	132	100	172	22	7	1	3	8485
DOMINGO	2872	3005	80	50	94	10	1	1	1	6114
TOTAL	24612	28274	894	550	999	151	39	11	14	55544
IMDS	3516	4039	128	79	143	22	6	2	2	7935
%	44.31%	50.90%	1.61%	0.99%	1.80%	0.27%	0.07%	0.02%	0.03%	100.00%

Tránsito semanal (TS):

$$TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$$

$$TS = 8219+7868+8313+8237+8308+8485+6114 = 55544 \text{ veh/ semana}$$

Tránsito promedio diario semanal:

$$TPDS = TS/7 = 55544/7 = 7935 \text{ Veh/día}$$

- ✓ **Resumen del tránsito en la dirección de viaje A (*Intersección de la calle Huamantanga con la calle Iquitos*).**

Tabla 16:

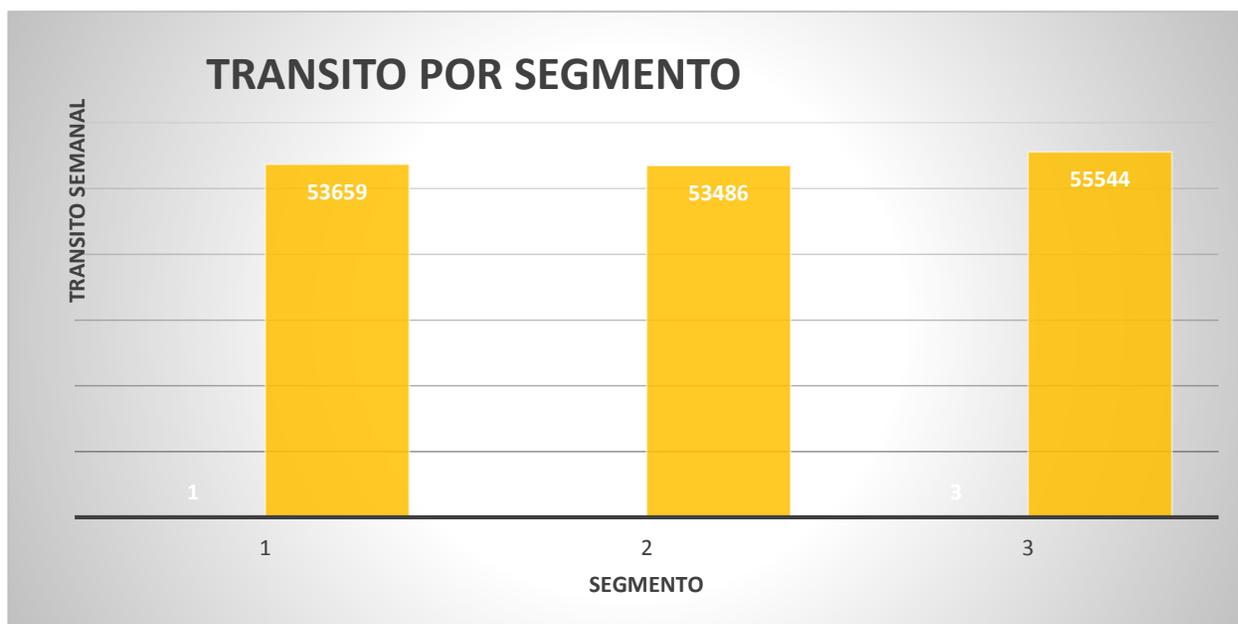
Resumen del aforo diario de los segmentos con dirección de viaje A

DÍA	SEGMENTO		
	1	2	3
Lunes	7863	7856	8219
Martes	7604	7591	7868
Miércoles	7982	7928	8313
Jueves	7901	7834	8237
Viernes	7953	7900	8308
Sabado	8187	8151	8485
Domingo	6169	6226	6114
Total	53659	53486	55544

De la Tabla se observa que el día de máxima demanda es el día Sabado para todos los segmentos Sabado 25 de Marzo del 2023.

Figura 5:

Tránsito semanal, dirección de viaje A (Intersección entre la calle Huamantanga con la calle Iquitos).



Volumen vehicular diario, semanal y TPDS en la dirección de viaje B.

Las Tablas que se presentaran son el resumen del aforo vehicular diario de los segmentos el tránsito calculado Avenida Mariscal Castilla que va en dirección de viaje B, es la que se dirige hacia el Sureste, Esta va del punto final (Calle Iquitos) hacia el punto Inicial (Calle Huamantanga).

✓ Para el segmento 1

Tabla 17:

Volumen vehicular diario del segmento 1, dirección de viaje B (Intersección de la calle Zarumilla con la calle Huamantanga).

DIA	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMION			
			AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E	4 E	
										
LUNES	3073	4062	94	45	93	20	6	1	1	7395
MARTES	3084	3510	91	67	112	20	6	1	1	6892
MIERCOLES	3368	3771	106	90	114	33	5	4	1	7492
JUEVES	3122	4076	86	39	78	19	4	1	1	7426
VIERNES	3177	3618	88	72	108	24	5	1	1	7094
SABADO	3450	3842	101	89	116	34	5	3	1	7641
DOMINGO	2729	2903	70	53	85	8	2	1	1	5852
TOTAL	22003	25782	636	455	706	158	33	12	7	49792
IMDS	3143	3683	91	65	101	23	5	2	1	7113
%	44.19%	51.78%	1.28%	0.91%	1.42%	0.32%	0.07%	0.02%	0.01%	100.00%

Tránsito semanal (TS):

$$TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$$

$$TS = 7395+6892+7492+7426+7094+7641+5852 = 49792veh/ semana$$

Tránsito promedio diario semanal:

$$TPDS = TS/7=49792/7= 7113 Veh/día$$

✓ **Para el segmento 2.**

Tabla 18:

Resumen del aforo diario del segmento 2, dirección de viaje B (*Intersección de la calle Raimondi con la calle Zarumilla*).

DIA	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMION			
			AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E	4 E	
										
LUNES	3103	4194	91	50	101	23	5	0	1	7568
MARTES	3093	3541	83	57	107	20	6	1	1	6909
MIERCOLES	3349	3749	103	84	111	31	5	4	1	7437
JUEVES	3100	4042	93	44	81	20	4	1	1	7386
VIERNES	3153	3688	84	71	98	19	5	1	1	7120
SABADO	3425	3808	101	85	103	32	5	3	1	7563
DOMINGO	2914	2787	66	72	82	10	2	1	1	5935
TOTAL	22137	25809	621	463	683	155	32	11	7	49918
IMDS	3162	3687	89	66	98	22	5	2	1	7131
%	44.35%	51.70%	1.24%	0.93%	1.37%	0.31%	0.06%	0.02%	0.01%	100.00%

Tránsito semanal (TS):

$$TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$$

$$TS = 7568+6909+7437+7386+7120+7563+5935 = 49918 \text{ veh/ semana}$$

Tránsito promedio diario semanal:

$$TPDS = TS/7 = 49918/7 = 7131 \text{ Veh/día}$$

✓ **Para el segmento 3.**

Tabla 19:

Resumen del aforo diario del segmento 3, dirección de viaje B (Intersección de la calle Iquitos con la calle Raimondi).

DIA	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMION			
			AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E	4 E	
										
LUNES	3210	4221	107	58	118	33	6	1	1	7755
MARTES	3259	3672	105	78	113	21	5	1	1	7255
MIERCOLES	3497	3917	108	98	129	27	5	4	1	7786
JUEVES	3254	4207	112	50	106	18	4	1	1	7753
VIERNES	3318	3753	104	75	116	18	5	1	1	7391
SABADO	3583	3970	118	85	128	22	5	3	1	7915
DOMINGO	2702	2861	67	58	89	6	2	1	1	5787
TOTAL	22823	26601	721	502	799	145	32	12	7	51642
IMDS	3260	3800	103	72	114	21	5	2	1	7377
%	44.19%	51.51%	1.40%	0.97%	1.55%	0.28%	0.06%	0.02%	0.01%	100.00%

Tránsito semanal (TS):

$$TS = TD_{lun.} + TD_{mar.} + TD_{mie.} + TD_{jue.} + TD_{vie.} + TD_{sab.} + TD_{dom.}$$

$$TS = 7755+7255+7786+7753+7391+7915+5787 = 51642 \text{ veh/ semana}$$

Tránsito promedio diario semanal:

$$TPDS = TS/7 = 51642/7 = 7377 \text{ Veh/día}$$

- ✓ **Resumen del tránsito en la dirección de viaje B (Intersección de la calle Iquitos con la calle Huamantanga).**

Tabla 20:

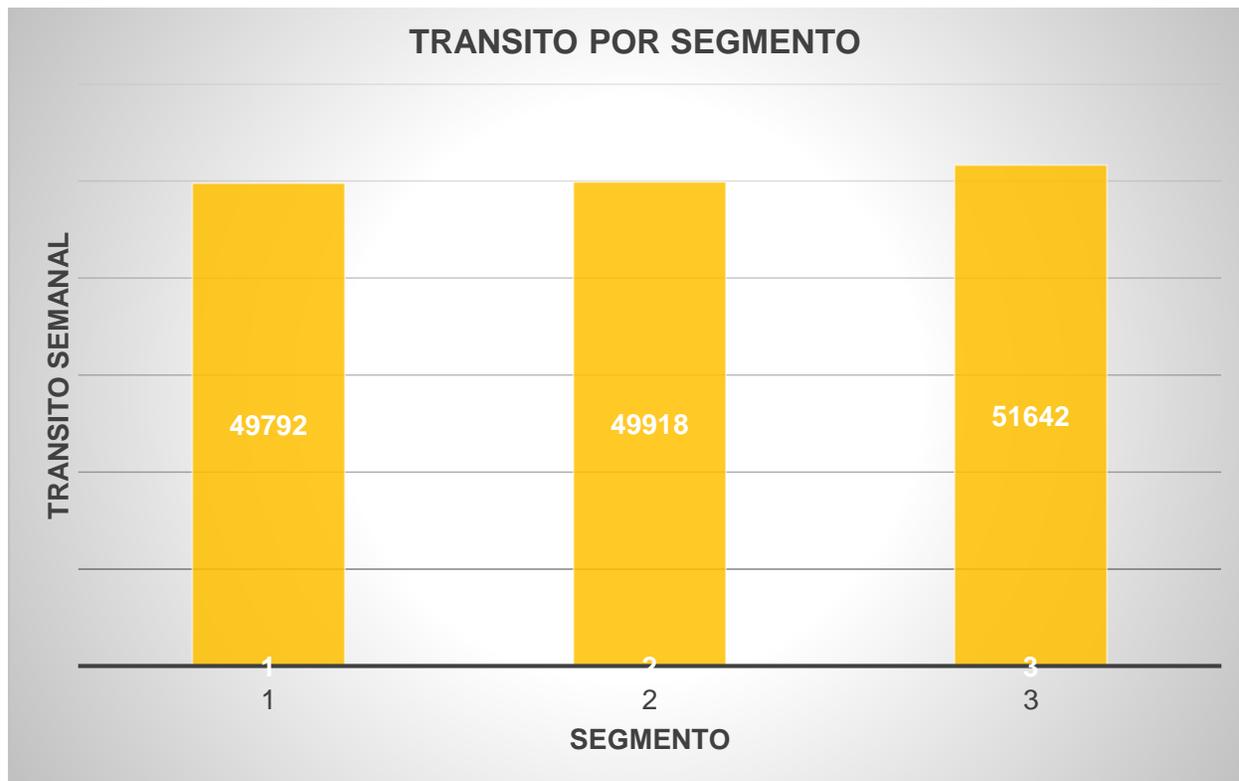
Resumen del aforo diario de los segmentos con dirección de viaje B

DÍA	SEGMENTO		
	1	2	3
Lunes	7395	7568	7755
Martes	6892	6909	7255
Miércoles	7492	7437	7786
Jueves	7426	7386	7753
Viernes	7094	7120	7391
Sabado	7641	7563	7915
Domingo	5852	5935	5787
Total	49792	49918	51642

De la Tabla se observa que el día de máxima demanda es el día Sabado para todos los segmentos Sabado 25 de Marzo del 2023.

Figura 6:

Tránsito semanal, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Iquitos con la calle Huamantanga).



Resumen del tránsito semanal en ambas direcciones de viaje A y B.

Las siguientes Tablas presentan los resultados del tránsito semanal de los tres segmentos en ambas direcciones de viaje A y B. La suma de estos volúmenes de tránsito da como resultado el tránsito semanal de todo el segmento.

✓ **Tránsito semanal del segmento 1.**

El segmento 1 se encuentra entre la intersección de la Calle Huamantanga con la Calle Zarumilla.

Tabla 21:

Tránsito semanal del Segmento 1.

DIRECCION DE VIAJE	TRANSITO SEMANAL
A	53659
B	49792
TOTAL	103451

✓ **Tránsito semanal del segmento 2**

El segmento 2 se encuentra entre la Calle Zarumilla y Calle Raimondi.

Tabla 22:

Tránsito semanal del Segmento 2

DIRECCION DE VIAJE	TRANSITO SEMANAL
A	53486
B	49918
TOTAL	103404

✓ **Tránsito semanal del segmento 3**

El segmento 3 se encuentra entre la Calle Raimondi y Calle Iquitos.

Tabla 23:

Tránsito semanal del Segmento 3

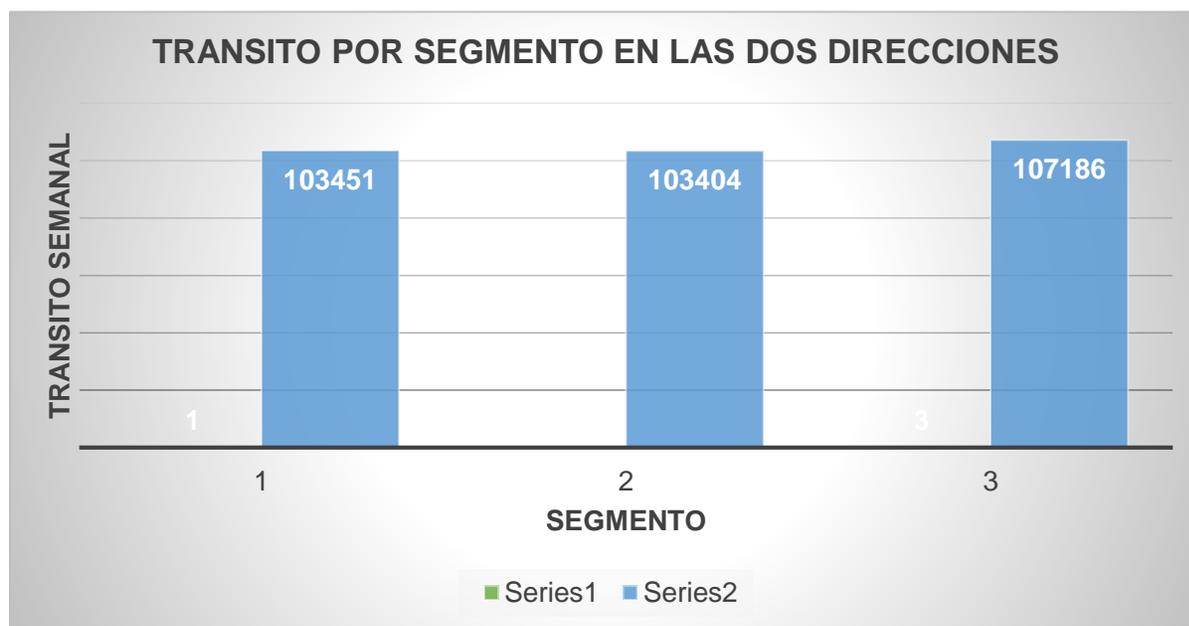
DIRECCION DE VIAJE	TRANSITO SEMANAL
A	55544
B	51642
TOTAL	107186

✓ **Representación gráfica del tránsito semanal de los segmentos.**

La siguiente figura expone el tránsito semanal de todos los segmentos que conforman el tramo en estudio.

Figura 7:

Tránsito semanal, dirección de viaje A y B en el segmento (01 – 02 – 03).



4.1.2 Composición vehicular

A partir de los resultados de las mediciones semanales se calcula el número y porcentaje de cada tipo de vehículo que transita por el tramo de vía estudiado.

Composición Vehicular de los Segmentos en la Dirección de viaje A (Intersección de la calle Huamantanga con la calle Iquitos)

Tabla 24:

Composición del Trafico Semanal en la Dirección del Viaje A.

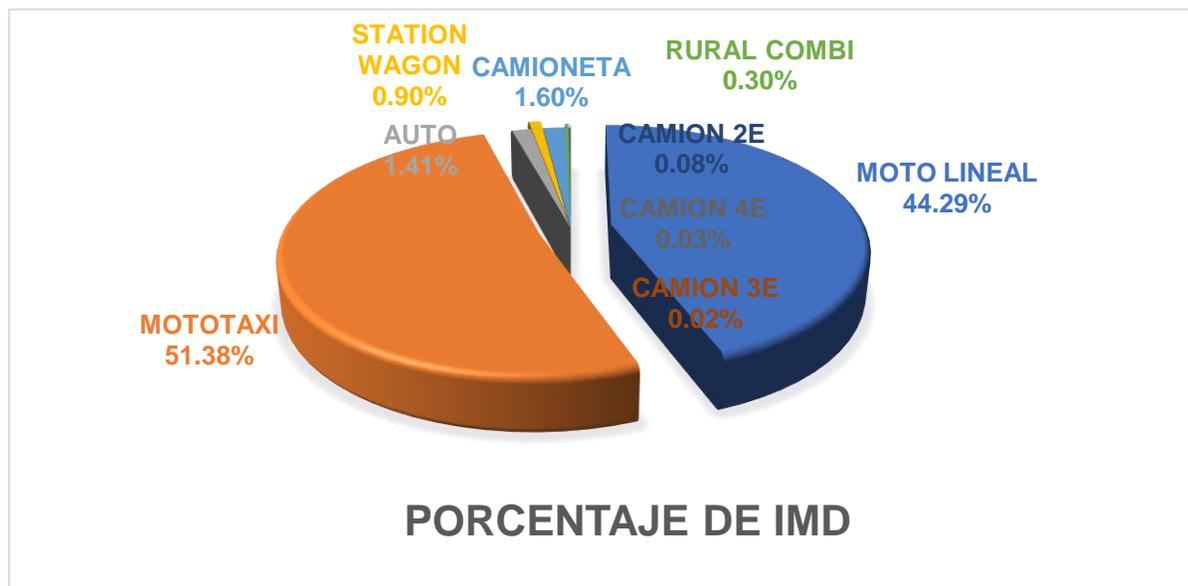
VEHICULO	SEGMENTOS					
	1		2		3	
	N° VEH	% VEH	N° VEH	% VEH	N° VEH	% VEH
MOTO LINEAL	3395	44.29%	3390	44.36%	3516	44.31%
MOTOTAXI	3939	51.38%	3904	51.09%	4039	50.90%
AUTO	108	1.41%	110	1.44%	128	1.61%
STATION						
WAGON	69	0.90%	75	0.98%	79	0.99%
PICK UP	122	1.60%	133	1.74%	143	1.80%
RURAL						
COMBI	23	0.29%	21	0.27%	22	0.27%
CAMION 2E	6	0.08%	5	0.07%	6	0.07%
CAMION 3E	2	0.02%	2	0.02%	2	0.02%
CAMION 4E	2	0.03%	2	0.02%	2	0.03%
TOTAL	7666	100%	7641	100%	7935	100%

A continuación, se presentan gráficos circulares con los porcentajes de cada tipo de vehículo que transitó por cada segmento durante la semana de aforo

✓ Para el Segmento 1:

Figura 8:

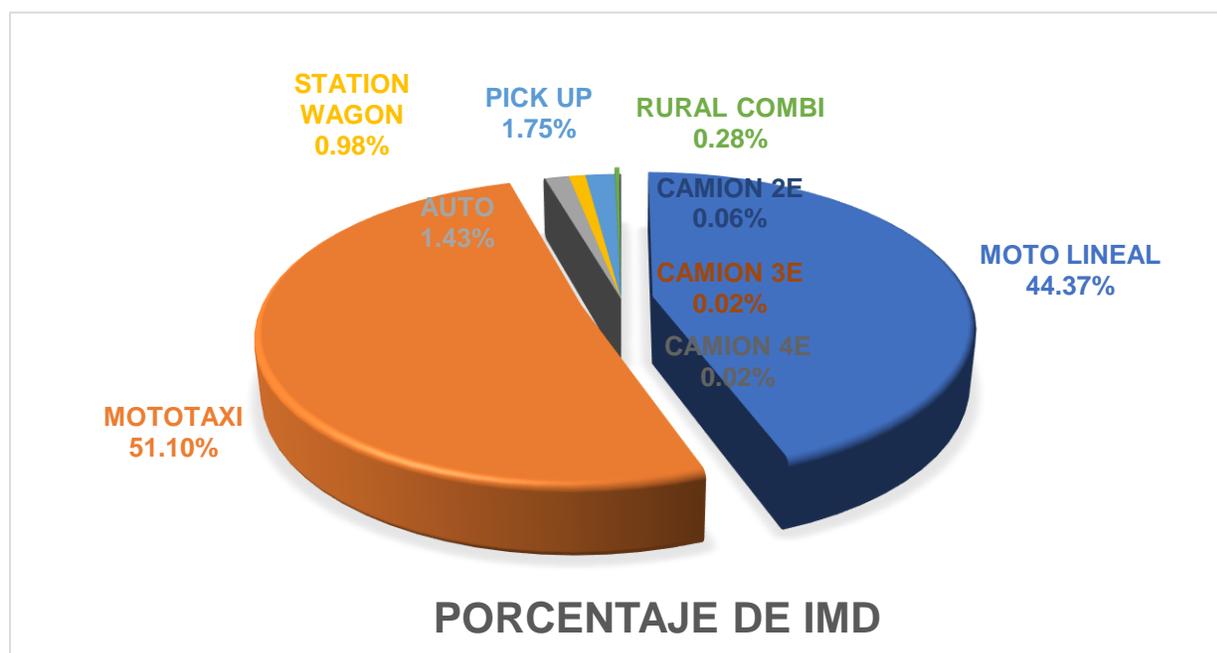
Composición vehicular del segmento 1, Dirección de viaje A.



✓ Para el Segmento 2:

Figura 9:

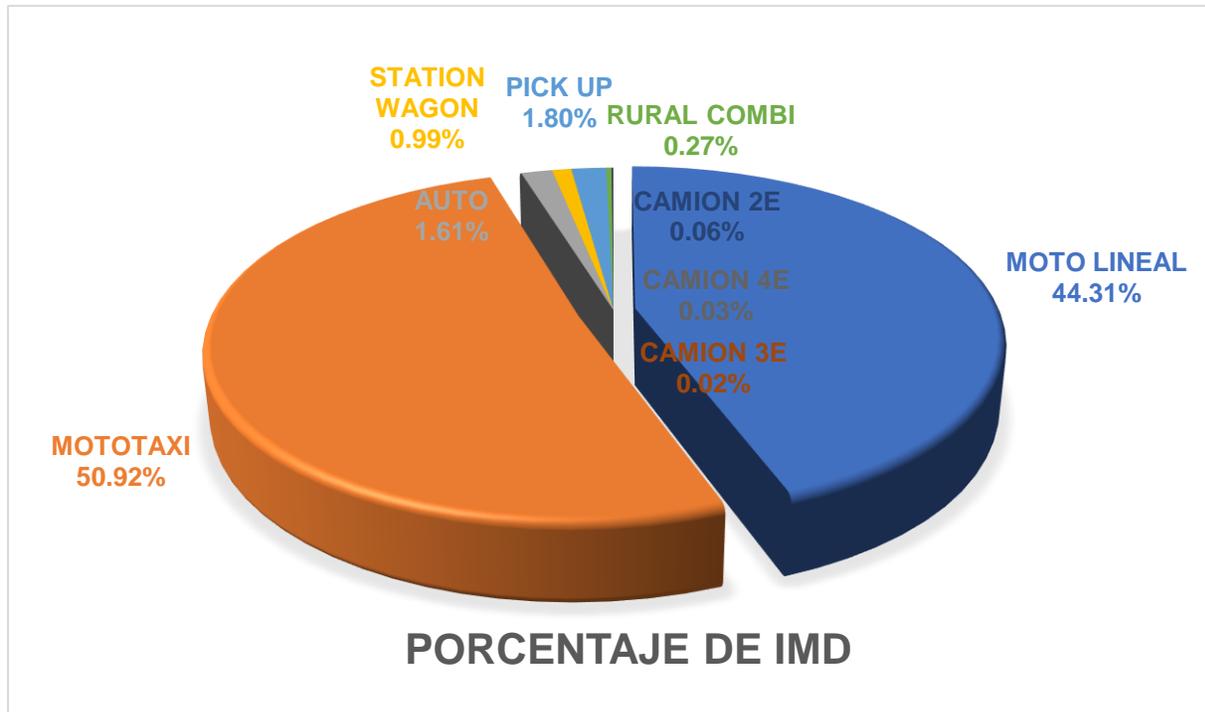
Composición vehicular del segmento 2, Dirección de viaje A



✓ Para el Segmento 3

Figura 10:

Composición vehicular del segmento 3, Dirección de viaje A.



Composición Vehicular de los Segmentos en la Dirección de viaje B (Intersección de la calle Iquitos con la calle Huamantanga)

Tabla 25:

Composición del Trafico Semanal en la Dirección del Viaje B.

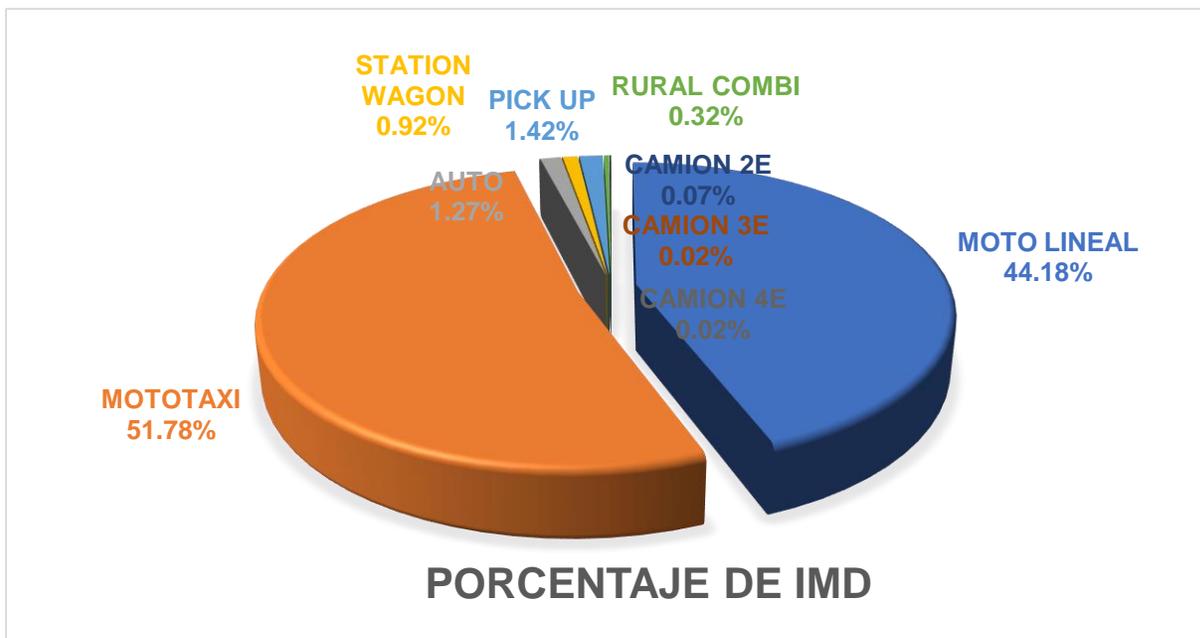
VEHICULO	SEGMENTOS					
	1		2		3	
	N° VEH	% VEH	N° VEH	% VEH	N° VEH	% VEH
MOTO	3143	44.19%	3162	44.35%	3260	44.19%
LINEAL						
MOTOTAXI	3683	51.78%	3687	51.70%	3800	51.51%
AUTO	91	1.28%	89	1.24%	103	1.40%
STATION						
WAGON	65	0.91%	66	0.93%	72	0.97%
PICK UP	101	1.42%	98	1.37%	114	1.55%
RURAL						
COMBI	23	0.32%	22	0.31%	21	0.28%
CAMION 2E	5	7%	5	0.06%	5	0.06%
CAMION 3E	2	0.02%	2	0.02%	2	0.02%
CAMION 4E	1	1%	1	0.1%	1	0.01%
TOTAL	7113	100%	7131	100%	7377	100%

A continuación, se presentan gráficos circulares con los porcentajes de cada tipo de vehículo que transitó por cada segmento durante la semana de aforo

✓ Para el Segmento 1

Figura 11:

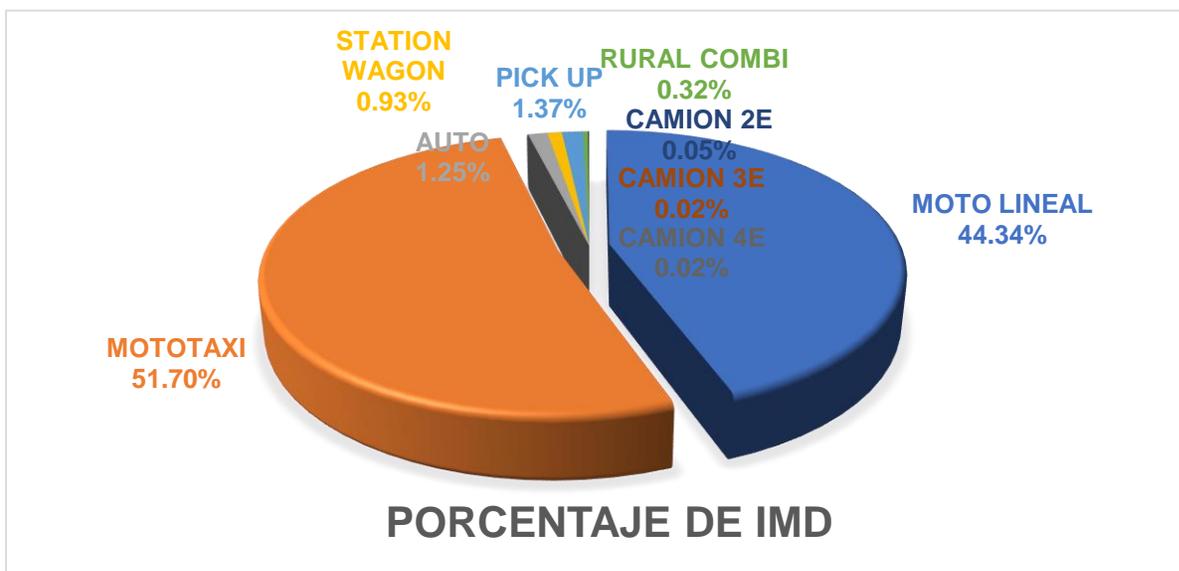
Composición vehicular del segmento 1, Dirección de viaje B.



✓ Para el Segmento 2:

Figura 12:

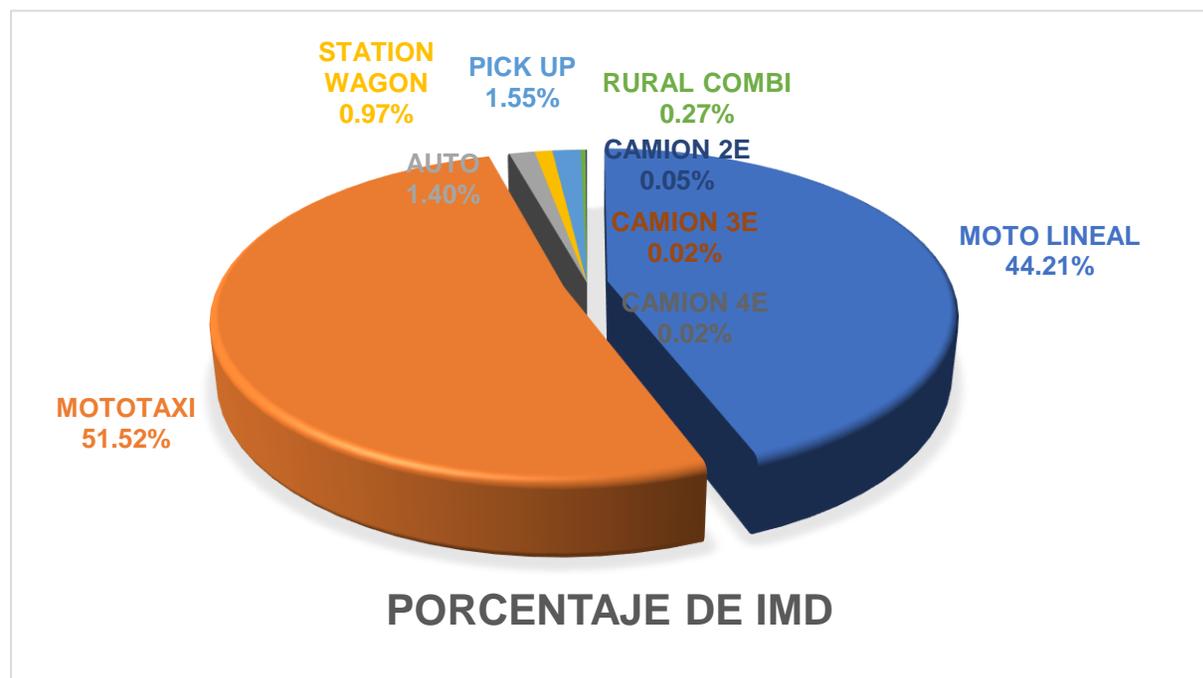
Composición vehicular del segmento 2, Dirección de viaje B.



✓ Para el Segmento 3:

Figura 13:

Composición vehicular del segmento 3, Dirección de viaje B.



Composición vehicular en ambas direcciones A y B para cada segmento.**Tabla 26:***Composición vehicular en las 2 direcciones de viaje.*

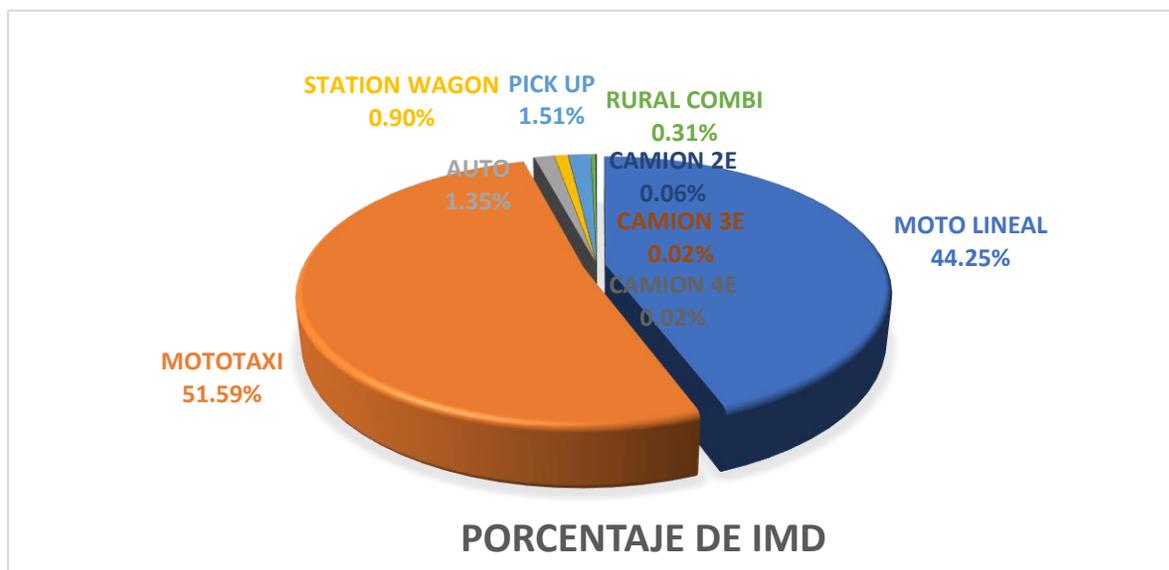
VEHICULO	SEGMENTOS					
	1		2		3	
	N° VEH	% VEH	N° VEH	% VEH	N° VEH	% VEH
MOTO	6538	44.24%	6552	44.36%	6776	44.25%
LINEAL						
MOTOTAXI	7622	51.57%	7591	51.39%	7839	51.20%
AUTO	199	1.35%	199	1.34%	231	1.51%
STATION						
WAGON	134	0.90%	141	0.95%	150	0.98%
PICK UP	223	1.51%	231	1.56%	257	1.68%
RURAL						
COMBI	45	0.31%	43	0.29%	42	0.28%
CAMION 2E	11	0.07%	10	0.07%	10	0.07%
CAMION 3E	3	0.02%	3	0.02%	3	0.02%
CAMION 4E	3	0.02%	3	0.02%	3	0.02%
TOTAL	14779	100%	14772	100%	15312	100%

A continuación, se presentan gráficos circulares con los porcentajes de cada tipo de vehículo que transitó por cada segmento (en ambas direcciones de viaje) durante la semana de aforo.

✓ Para el segmento 1

Figura 14:

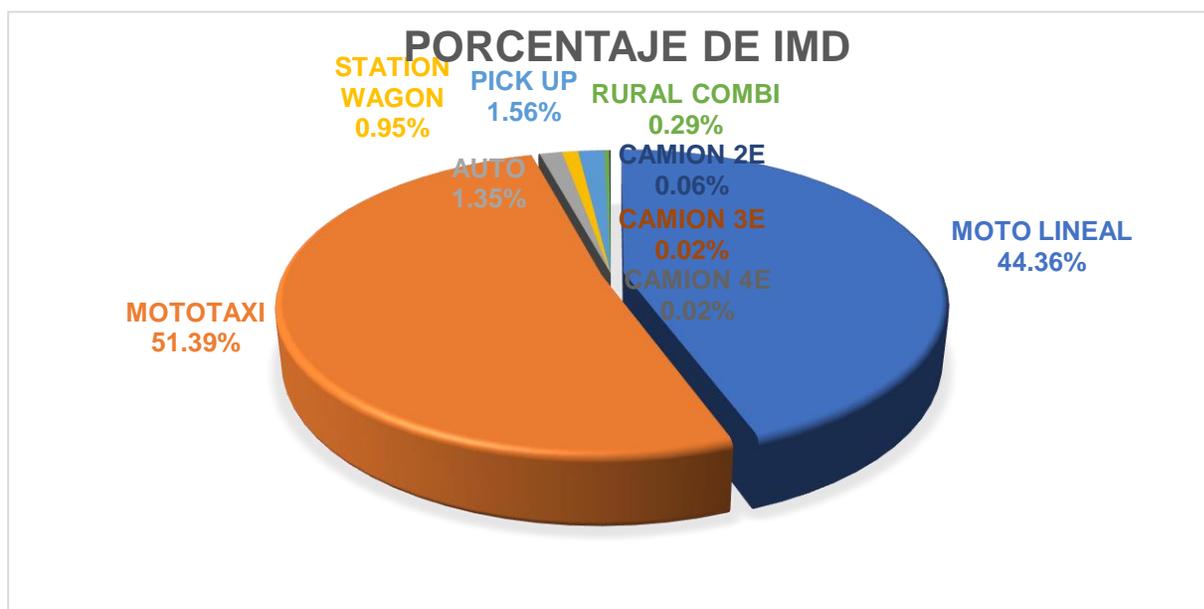
Composición vehicular del segmento 1 en ambas direcciones de viaje A y B.



✓ Para el segmento 2

Figura 15:

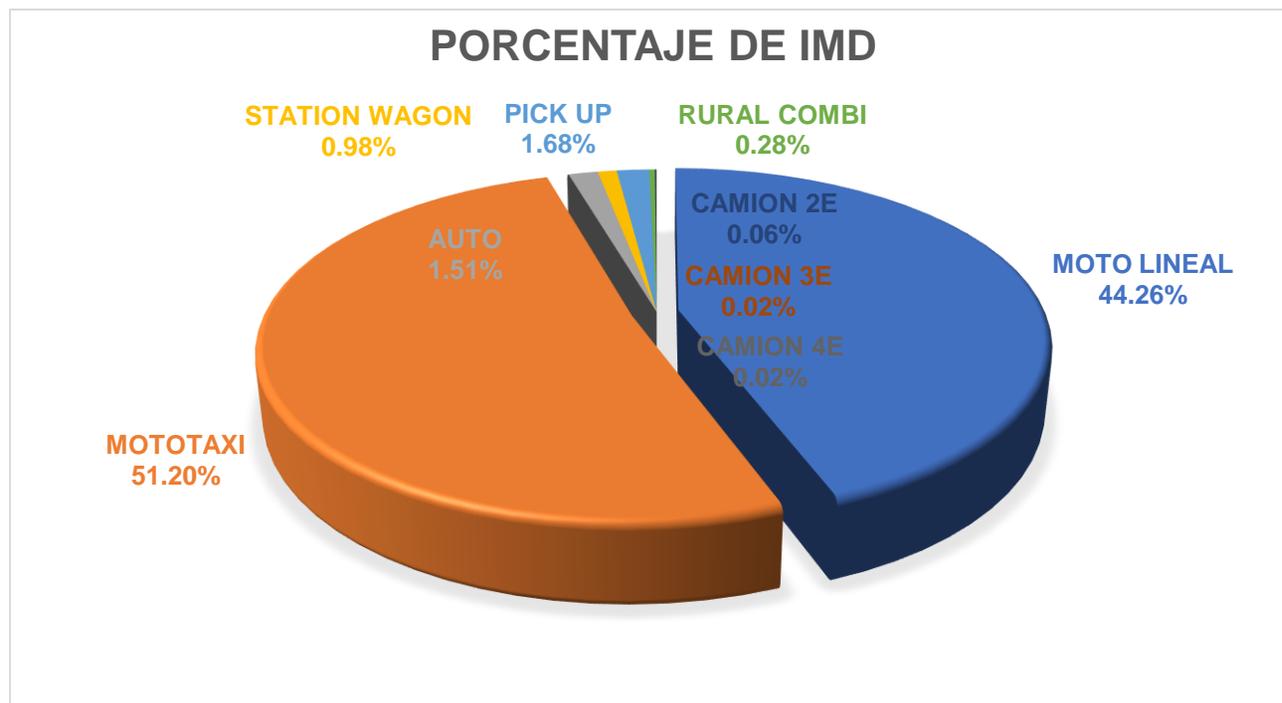
Composición vehicular del segmento 2 en ambas direcciones de viaje A y B.



✓ Para el segmento 3

Figura 16:

Composición vehicular del segmento 3 en ambas direcciones de viaje A y B.



Composición Vehicular total de la muestra de estudio.

En la siguiente Tabla se presenta la composición vehicular total que se aforo en la muestra de la Av. Mariscal Castilla que está comprendido por la intersección de la Calle Huamantanga con la Calle Iquitos en ambas direcciones A y B.

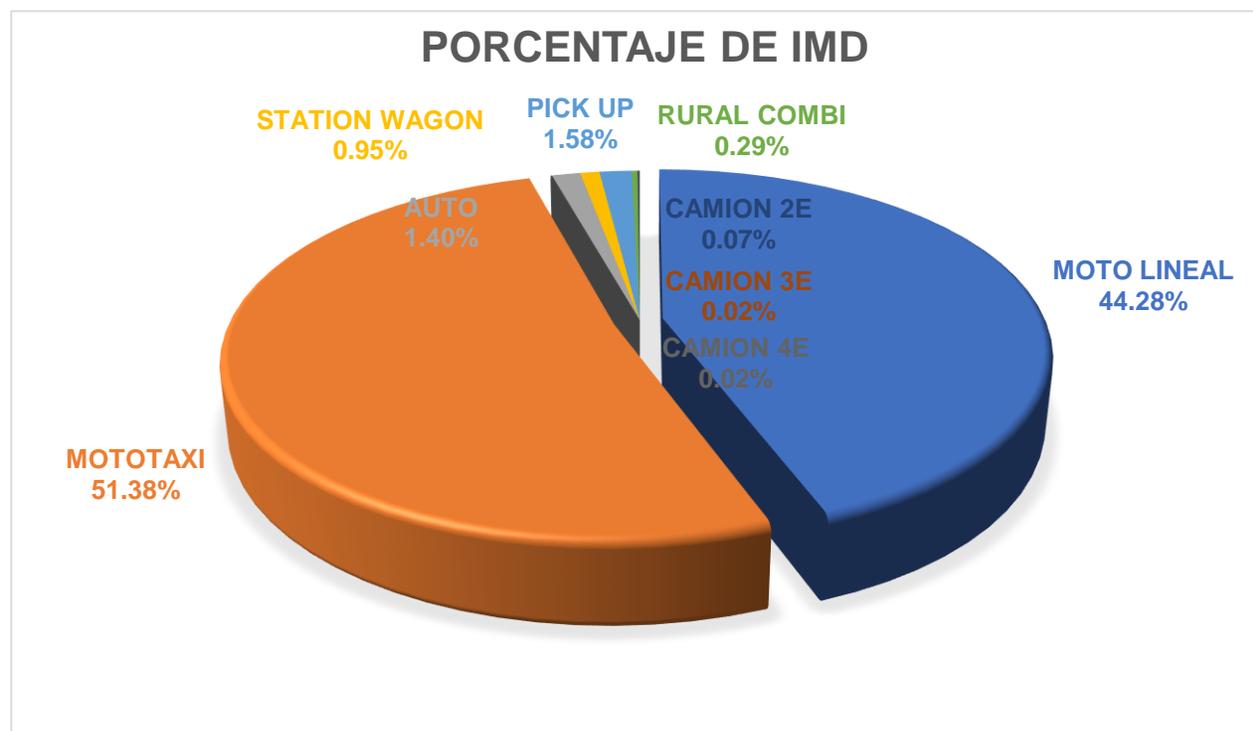
Tabla 27:

Composición vehicular total del tramo en estudio

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
MOTO LINEAL	19867	44.28%
MOTOTAXI	23052	51.38%
AUTO	629	1.40%
STATION WAGON	425	0.95%
PICK UP	711	1.58%
RURAL COMBI	131	0.29%
CAMION 2E	31	0.07%
CAMION 3E	10	0.02%
CAMION 4E	9	0.02%
TOTAL IMD	44863	100.0%

Figura 17:

Composición vehicular total del tramo en estudio.



Histogramas:

✓ Histogramas del flujo vehicular en la dirección de viaje A:

Figura 18:

Histograma del 25/03/23 del segmento 1, dirección de viaje A (Intersección entre la calle Huamantanga con la calle Zarumilla).

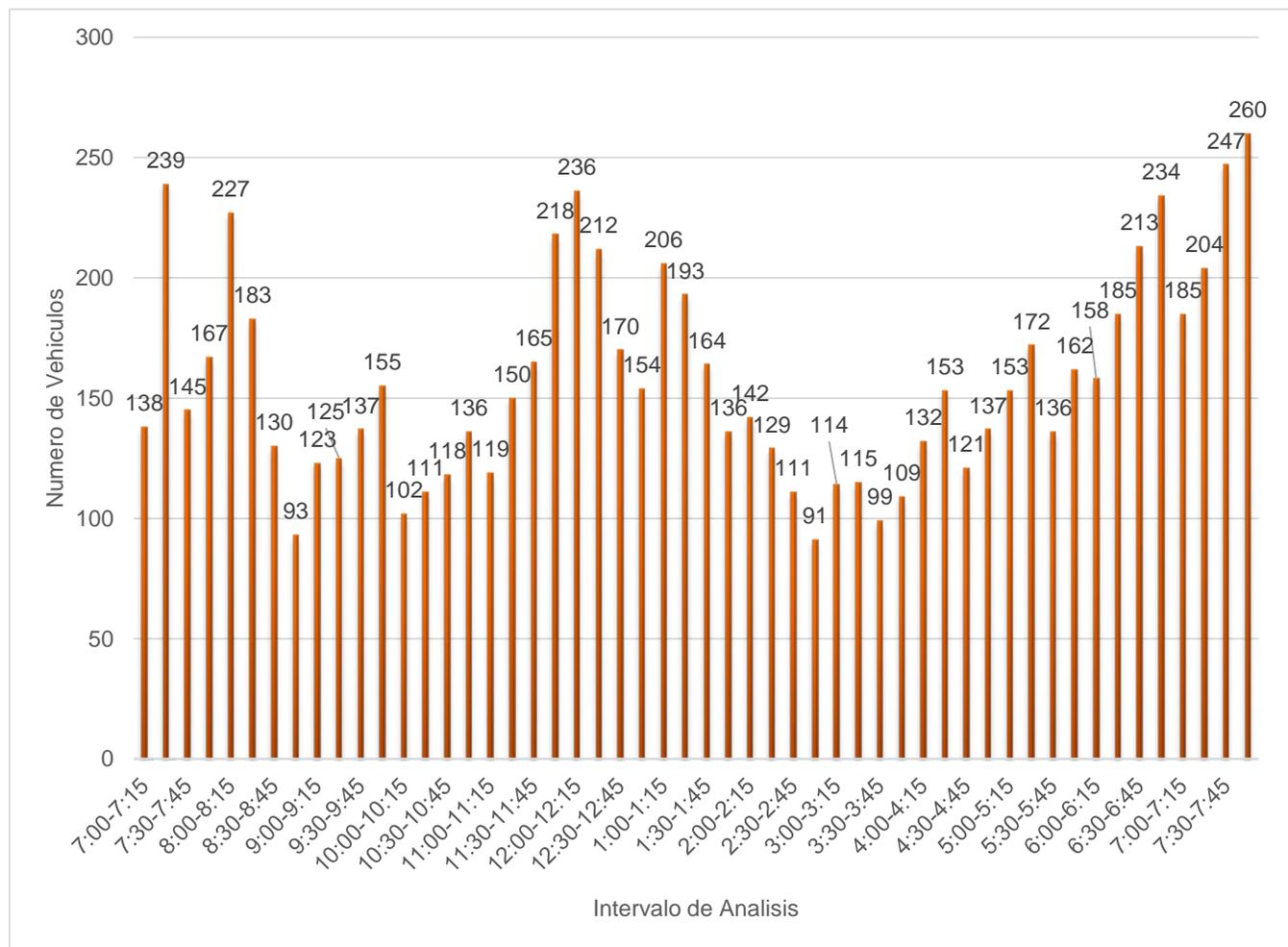
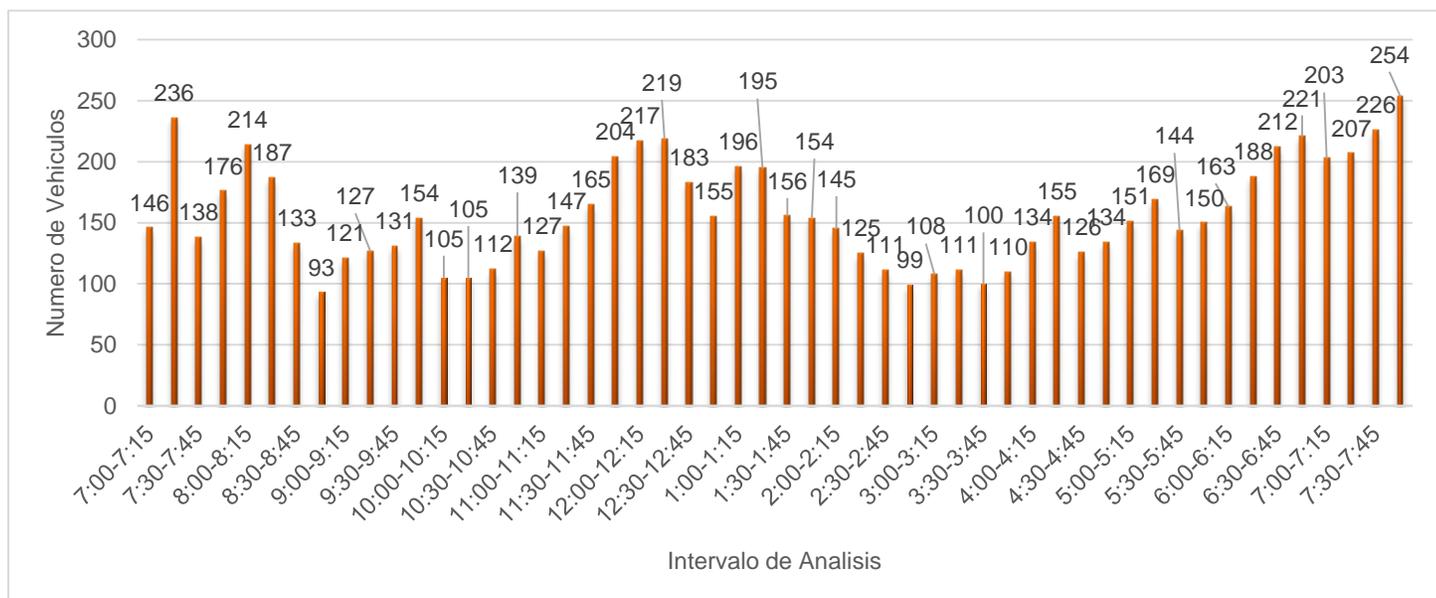
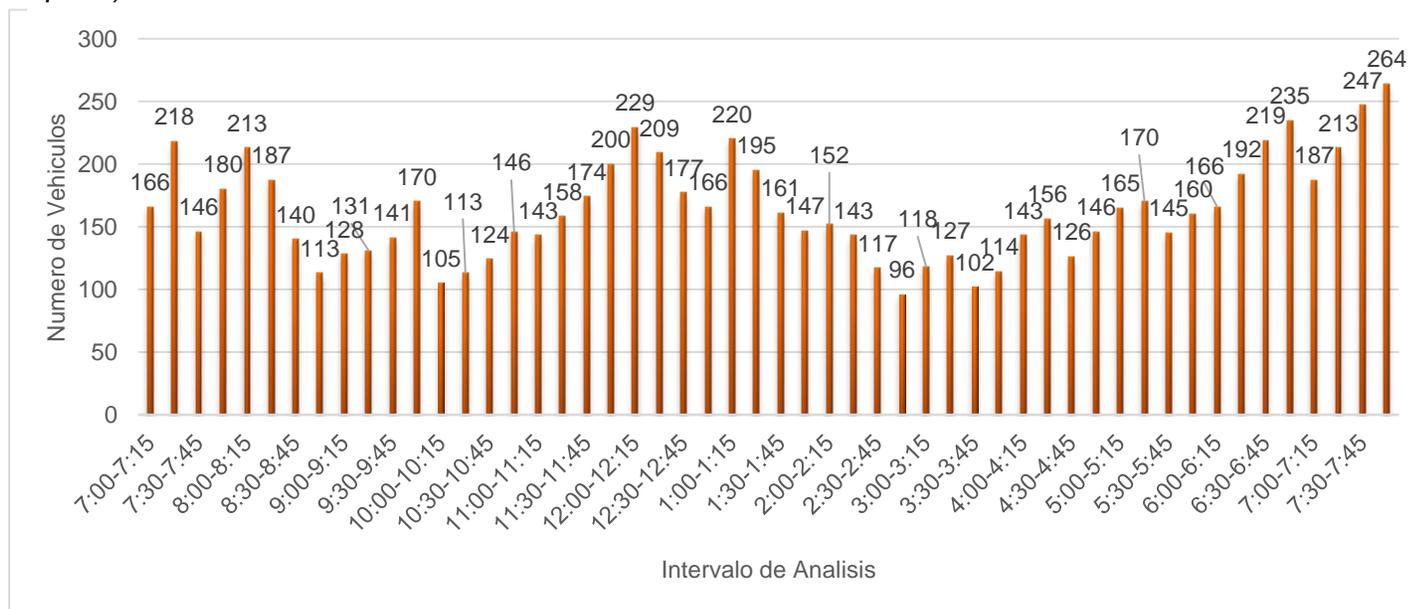


Figura 20:

Histograma del 25/03/23 del segmento 2, dirección de viaje A (Intersección entre la calle Zarumilla con la calle Raimondi).

**Figura 19:**

Histograma del 25/03/23 del segmento 3, dirección de viaje A (Intersección entre calle Raimondi con la calle Iquitos).



✓ **Histogramas del flujo vehicular en la dirección de viaje B:**

Figura 21:

Histograma del 25/03/23 del segmento 1, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Zarumilla con la calle Huamantanga).

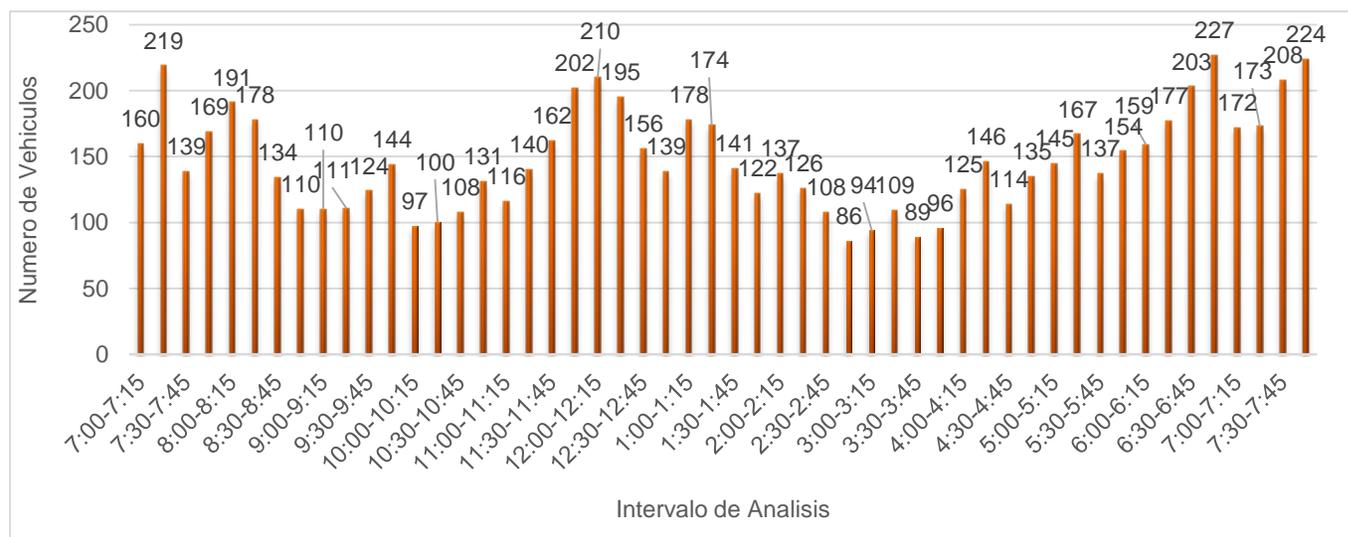


Figura 22:

Histograma del 25/03/23 del segmento 2, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Raimondi con la calle Zarumilla).

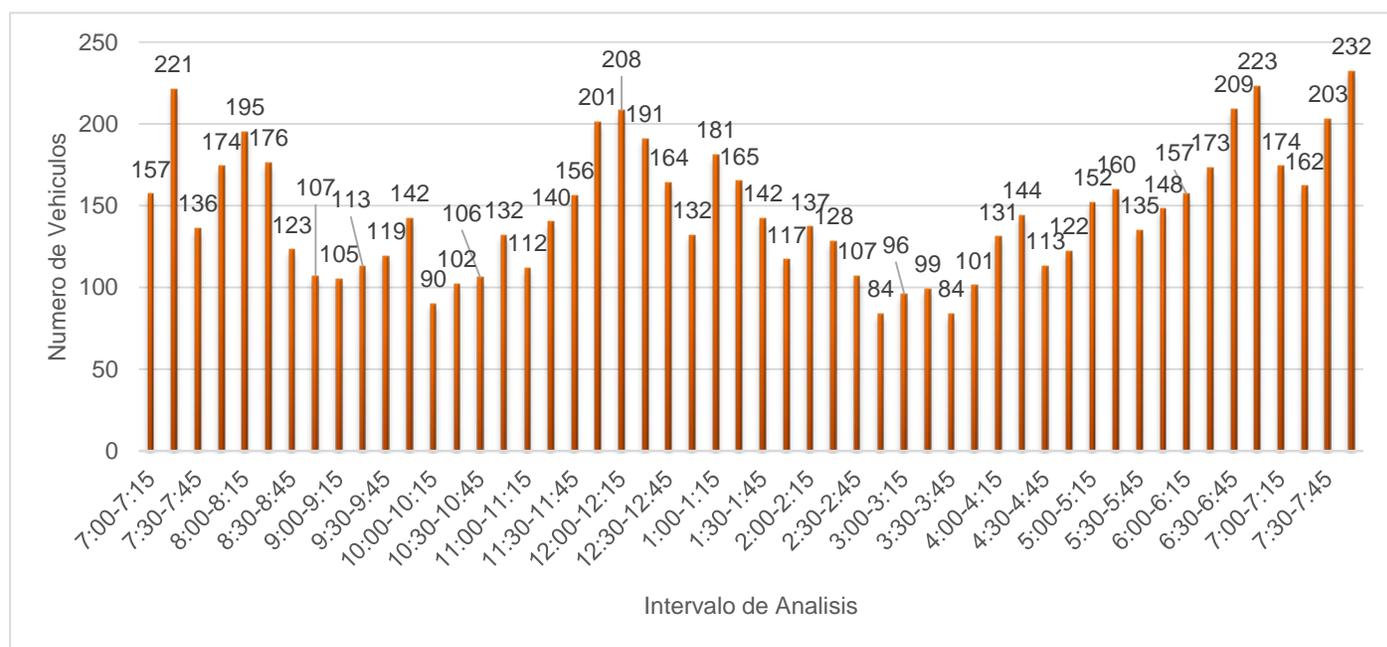
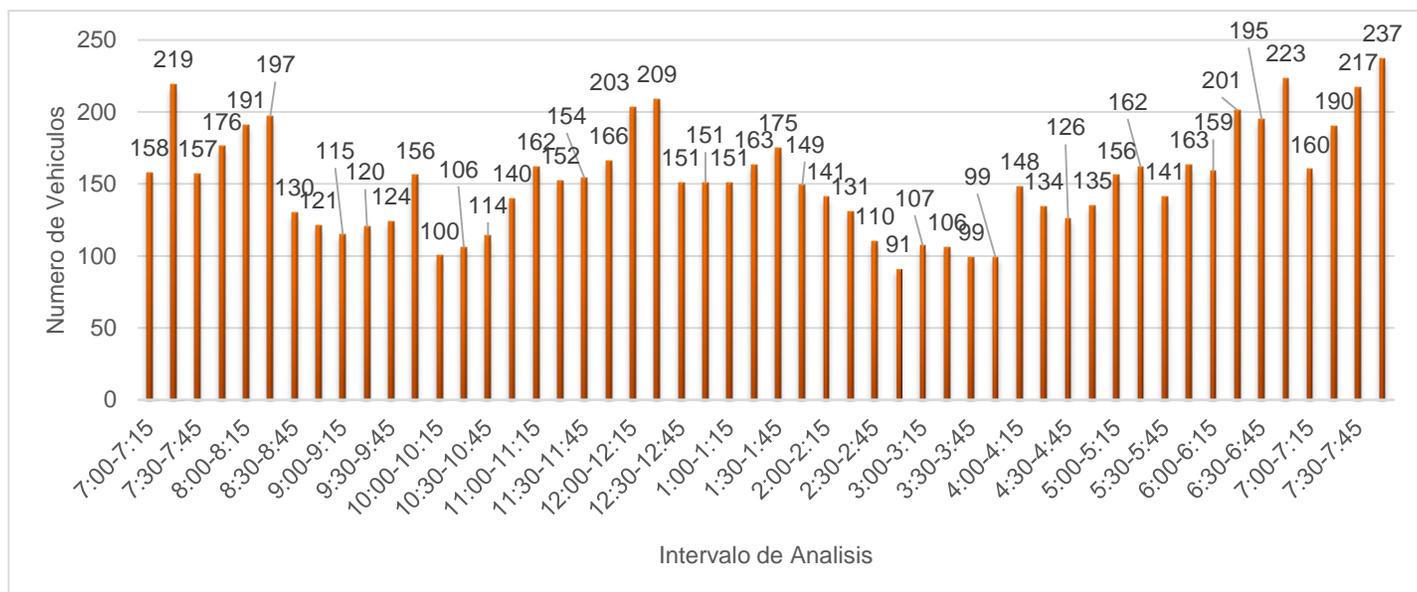


Figura 23:

Histograma del 25/03/23 del segmento 3, dirección de viaje B (Intersección entre la calle Iquitos con la calle Raimondi).



VHMD, hora de máx. demanda, Q15máx, tasa de flujo horario y FHMD

A continuación, se presentan los resúmenes de los aforos del día de máxima demanda.

Tabla 28:

Resumen del aforo del día 25/03/2023 en la dirección de viaje A (Intersección de la calle Huamantanga hasta la calle Iquitos)

HORA	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3	
	VEHICULOS	SUMA ACUM.	VEHICULOS	SUMA ACUM.	VEHICULOS	SUMA ACUM.
7:00-7:15	138	689	146	696	166	710
7:15-7:30	239	778	236	764	218	757
7:30-7:45	145	722	138	715	146	726
7:45-8:00	167	707	176	710	180	720
8:00-8:15	227	633	214	627	213	653
8:15-8:30	183	529	187	534	187	568
8:30-8:45	130	471	133	474	140	512
8:45-9:00	93	478	93	472	113	513
9:00-9:15	123	540	121	533	128	570
9:15-9:30	125	519	127	517	131	547

9:30-9:45	137	505	131	495	141	529
9:45-10:00	155	486	154	476	170	512
10:00-10:15	102	467	105	461	105	488
10:15-10:30	111	484	105	483	113	526
10:30-10:45	118	523	112	525	124	571
10:45-11:00	136	570	139	578	146	621
11:00-11:15	119	652	127	643	143	675
11:15-11:30	150	769	147	733	158	761
11:30-11:45	165	831	165	805	174	812
11:45-12:00	218	836	204	823	200	815
12:00-12:15	236	772	217	774	229	781
12:15-12:30	212	742	219	753	209	772
12:30-12:45	170	723	183	729	177	758
12:45-1:00	154	717	155	702	166	742
1:00-1:15	206	699	196	701	220	723
1:15-1:30	193	635	195	650	195	655
1:30-1:45	164	571	156	580	161	603
1:45-2:00	136	518	154	535	147	559
2:00-2:15	142	473	145	480	152	508
2:15-2:30	129	445	125	443	143	474
2:30-2:45	111	431	111	429	117	458
2:45-3:00	91	419	99	418	96	443
3:00-3:15	114	437	108	429	118	461
3:15-3:30	115	455	111	455	127	486
3:30-3:45	99	493	100	499	102	515
3:45-4:00	109	515	110	525	114	539
4:00-4:15	132	543	134	549	143	571
4:15-4:30	153	564	155	566	156	593
4:30-4:45	121	583	126	580	126	607
4:45-5:00	137	598	134	598	146	626
5:00-5:15	153	623	151	614	165	640
5:15-5:30	172	628	169	626	170	641
5:30-5:45	136	641	144	645	145	663
5:45-5:00	162	718	150	713	160	737
6:00-6:15	158	790	163	784	166	812
6:15-6:30	185	817	188	824	192	833
6:30-6:45	213	836	212	843	219	854
6:45-7:00	234	870	221	857	235	882
7:00-7:15	185	896	203	890	187	911
7:15-7:30	204		207		213	
7:30-7:45	247		226		247	
7:45-8:00	260		254		264	

Tabla 29:

Resumen del aforo del día 25/03/23 en la dirección de viaje B (Intersección de la calle Iquitos hasta la calle Huamantanga)

HORA	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3	
	VEHICULOS	SUMA ACUM.	VEHICULOS	SUMA ACUM.	VEHICULOS	SUMA ACUM.
7:00-7:15	160	687	157	688	158	710
7:15-7:30	219	718	221	726	219	743
7:30-7:45	139	677	136	681	157	721
7:45-8:00	169	672	174	668	176	694
8:00-8:15	191	613	195	601	191	639
8:15-8:30	178	532	176	511	197	563
8:30-8:45	134	465	123	448	130	486
8:45-9:00	110	455	107	444	121	480
9:00-9:15	110	489	105	479	115	515
9:15-9:30	111	476	113	464	120	500
9:30-9:45	124	465	119	453	124	486
9:45-10:00	144	449	142	440	156	476
10:00-10:15	97	436	90	430	100	460
10:15-10:30	100	455	102	452	106	522
10:30-10:45	108	495	106	490	114	568
10:45-11:00	131	549	132	540	140	608
11:00-11:15	116	620	112	609	162	634
11:15-11:30	140	714	140	705	152	675
11:30-11:45	162	769	156	756	154	732
11:45-12:00	202	763	201	764	166	729
12:00-12:15	210	700	208	695	203	714
12:15-12:30	195	668	191	668	209	662
12:30-12:45	156	647	164	642	151	616
12:45-1:00	139	632	132	620	151	640
1:00-1:15	178	615	181	605	151	638
1:15-1:30	174	574	165	561	163	628
1:30-1:45	141	526	142	524	175	596
1:45-2:00	122	493	117	489	149	531
2:00-2:15	137	457	137	456	141	473
2:15-2:30	126	414	128	415	131	439
2:30-2:45	108	397	107	386	110	414
2:45-3:00	86	378	84	363	91	403
3:00-3:15	94	388	96	380	107	411
3:15-3:30	109	419	99	415	106	452

3:30-3:45	89	456	84	460	99	480
3:45-4:00	96	481	101	489	99	507
4:00-4:15	125	520	131	510	148	543
4:15-4:30	146	540	144	531	134	551
4:30-4:45	114	561	113	547	126	579
4:45-5:00	135	584	122	569	135	594
5:00-5:15	145	603	152	595	156	622
5:15-5:30	167	617	160	600	162	625
5:30-5:45	137	627	135	613	141	664
5:45-5:00	154	693	148	687	163	718
6:00-6:15	159	766	157	762	159	778
6:15-6:30	177	779	173	779	201	779
6:30-6:45	203	775	209	768	195	768
6:45-7:00	227	780	223	762	223	790
7:00-7:15	172	777	174	771	160	804
7:15-7:30	173		162		190	
7:30-7:45	208		203		217	
7:45-8:00	224		232		237	

Datos en negrita y azul = VHMD

Datos resaltados en amarillo = volúmenes de 15 min, que conforman el VHMD

Datos resaltados en amarillo y en negrita = Q15máx

VHMD, hora de máxima demanda, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD para los segmentos en la dirección de viaje A

Para el cálculo de estos parámetros se hace uso del aforo del día de máxima demanda, el cual es el Sabado. En la Tabla N° 28 se observa tal aforo para la dirección de viaje A.

El proceso de cálculo de estos parámetros es el mismo para todos los segmentos y para cada dirección de viaje, a continuación, se explica el cálculo detallado de cada parámetro para el segmento 1 – dirección de viaje A por ser el más crítico, para los demás segmentos los parámetros se presentan en Tablas resúmenes.

✓ **Para el segmento 1, dirección de viaje A:**

Volumen horario de máxima demanda (VHMD) y hora de máxima demanda

Para obtener el VHMD y la hora de máxima demanda se siguen los siguientes pasos:

- **Determinar el volumen acumulado cada 4 periodos de análisis consecutivos**

El volumen vehicular acumulado en 4 periodos de análisis consecutivos es el volumen en una hora de estudio, puesto que cada periodo de análisis dura 15 minutos. A continuación, se detalla el cálculo de los volúmenes acumulados

Primer volumen acumulado:

El primer volumen acumulado del segmento 1 – dirección de viaje A, es el que corresponde a la suma de los volúmenes de los periodos: 7:00 am – 7:15 a.m., 7:15 a.m. – 7:30 a.m., 7:30 p.m. – 7:45 a.m. y 7:45 p.m. a 8 a.m.; estos volúmenes son de 138, 239, 145 y 167 vehículos correspondientemente. Estos valores se obtuvieron de la Tabla N°28.

Con estos datos el primer volumen acumulado es:

$$\text{Primer volumen acumulado} = 138 \text{ veh.} + 239 \text{ veh.} + 145 \text{ veh.} + 167 \text{ veh.} = 689$$

Este volumen acumulado pertenece a la primera hora de estudio, es decir de 7:00 a.m. – 8:00 a.m.

Segundo volumen acumulado:

El segundo volumen acumulado del segmento 1 – dirección de viaje A, es el que corresponde a la suma de los volúmenes de los periodos: 7:15 a.m. – 7:30 a.m., 7:30 a.m. – 7:45 a.m., 7:45 a.m. - 8:00 a.m. y 8:00 a.m. – 8:15 a.m.; estos volúmenes son de 239, 145. 167 y 227 vehículos correspondientemente. Estos valores se obtuvieron de la Tabla N°28.

$$\text{Segundo Volumen acumulado} = 239 \text{ veh.} + 145 \text{ veh.} + 167 \text{ veh.} + 227 \text{ veh.} = 778$$

Este volumen acumulado pertenece a la segunda hora de estudio, es decir de 7:15 a.m. – 8:15 a.m.

Tercer volumen acumulado:

El segundo volumen acumulado del segmento 1 – dirección de viaje A, es el que corresponde a la suma de los volúmenes de los periodos: 7:30 a.m. – 7:45 a.m., 7:45 a.m. – 8:00 a.m., 8:00 a.m. - 8:15 a.m. y 8:15 a.m. – 8:30 a.m.; estos volúmenes son de 145, 167, 227 y 183 vehículos correspondientemente. Estos valores se obtuvieron de la Tabla N°29.

Tercer Volumen acumulado = 145 veh. + 167 veh. + 227 veh. +183veh = 722

Este volumen acumulado pertenece a la segunda hora de estudio, es decir de 7:30 a.m. – 8:30 a.m.

Los demás volúmenes acumulados se calculan de la misma manera descrita en los párrafos anteriores y así llegamos hasta el último volumen acumulado.

Ultimo volumen acumulado:

El cálculo se realizó hasta obtener el último volumen acumulado, el cual corresponde a la hora de estudio comprendida entre las 7:00 p.m. – 8:00 p.m. Para el segmento 1 – dirección A, este volumen es:

último volumen acum= 185 veh. + 204 veh. + 247 veh. + 260 veh. = 896 veh.

- Determinar el VHMD

El volumen horario de máxima demanda es el mayor de los todos los volúmenes acumulados calculados en el paso anterior.

De la Tabla N°28, para el segmento 1 – dirección de viaje A, se determinó que el VHMD es de 896 vehículos, para todos los segmentos el VHMD se presenta en negrita y en color azul.

- **Determinar la hora de máxima demanda**

La hora de máxima demanda es la que corresponde al volumen horario de máxima demanda. Para el segmento 1 – dirección de viaje A, la hora de máxima demanda es de 07:00 p.m. – 08:00 p.m.

En la Tabla N°28, para cada segmento están resaltados con color amarillo los volúmenes correspondientes a cada periodo de análisis de 15 minutos que conforman la hora de máxima demanda.

Volumen máximo de los periodos de 15 minutos (Q15 máx.)

El Q15 máx. es el máximo volumen de los 4 periodos que conforma el VHMD. En la Tabla N°28 los volúmenes que conforman el VHMD para cada segmento están resaltados en amarillo, y el Q15 máx. además de estar resaltado con amarillo, está en negrita.

Para una mejor comprensión de la Tabla N°28 se han extraído los segmentos en cada dirección correspondientes a la hora de máxima demanda para el segmento 1 – dirección A. Estos se exponen en la siguiente Tabla.

Tabla 30:

Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 1 (dirección A)

PERIODO DE ANÁLISIS	VOLUMNE DE PERIODO DE 15 MIN (Q15)
7:00-7:15 (p.m.)	185
7:15-7:30 (p.m.)	204
7:30-7:45 (p.m.)	247
7:45-8:00 (p.m.)	260

De la Tabla se observa que el Q15 máx. corresponde al periodo de análisis comprendido entre las 07:45 p.m. y 08:00p.m.

$Q15 \text{ máx} = 260 \text{ veh\u00edculos}/15 \text{ minutos}$

✓ **Tasa de flujo horario (capacidad vehicular)**

Para obtener esta tasa de flujo, se expres\u00f3 el Q15 m\u00e1x. en veh\u00edculos por hora.

$$q = \frac{\text{N}^\circ \text{ Veh\u00edculos}}{T} = \frac{260 \text{ Veh\u00edculos}}{15 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hora}} = 1040 \text{ veh\u00edculos/hora}$$

✓ **Factor horario de m\u00e1xima demanda (FHMD)**

$$HMD_{15} = \frac{VHMD}{4(Q15_{\text{m\u00e1x}})} = \frac{896}{4 \times 260} = 0.862$$

✓ **Para el segmento 2, direcci\u00f3n de viaje A:**

Hora de m\u00e1xima demanda: 07:00 p.m. – 08:00p.m.

Tabla 31:

Flujos en la hora de m\u00e1xima demanda del segmento 2 (direcci\u00f3n A)

PERIODO DE AN\u00c1LISIS	VOLUMNE DE PERIODO DE 15 MIN (Q15)
7:00-7:15 (p.m.)	203
7:15-7:30 (p.m.)	207
7:30-7:45 (p.m.)	226
7:45-8:00 (p.m.)	254

Tabla 32:*Parámetros del segmento 2 (dirección A)*

PARÁMETROS DEL TRANSITO VEHICULAR	
VHMD [veh/hora]	890
Q 15max [veh/15min]	254
Tasa de flujo horario (q) [veh/hora]	1016
FHMD	0.876

✓ **Para el segmento 3, dirección de viaje A****Hora de máxima demanda:** 07:00 p.m. – 08:00p.m.**Tabla 33:***Flujos en la hora de máxima demanda del segmento 3 (dirección A)*

PERIODO DE ANÁLISIS	VOLUMNE DE PERIODO DE 15 MIN (Q15)
7:00-7:15 (p.m.)	187
7:15-7:30 (p.m.)	213
7:30-7:45 (p.m.)	247
7:45-8:00 (p.m.)	264

Tabla 34:*Parámetros del segmento 3 (dirección A)*

PARÁMETROS DEL TRANSITO VEHICULAR	
VHMD [veh/hora]	911
Q 15max [veh/15min]	264
Tasa de flujo horario (q) [veh/hora]	1056
FHMD	0.863

VHMD, hora de máxima demanda, Q15 máx., Tasa de flujo horario y FHMD para los segmentos con dirección de B

Para el cálculo de estos parámetros para la dirección de viaje B se hace uso del aforo del día de máxima demanda, el cual es el lunes. En la Tabla N° 30 se observa tal aforo para la dirección de viaje B.

✓ **Para el segmento 1, dirección de viaje B**

Hora de máxima demanda: 06:45 p.m – 07:45 p.m.

Tabla 35:

Flujos del segmento 1 (dirección B)

PERIODO DE ANÁLISIS	VOLUMNE DE PERIODO DE 15 MIN (Q15)
6:45-7:00 (p.m.)	227
7:00-7:15 (p.m.)	172
7:15-7:30 (p.m.)	173
7:30-7:45 (p.m.)	208

Tabla 36:

Parámetros del segmento 1 (dirección B)

PARÁMETROS DEL TRANSITO VEHICULAR	
VHMD [veh/hora]	780
Q 15max [veh/15min]	227
Tasa de flujo horario (q) [veh/hora]	908
FHMD	0.859

✓ **Para el segmento 2, dirección de viaje B**

Hora de máxima demanda: 6:15 p.m. – 7:15 p.m.

Tabla 37:*Flujos del segmento 2 (dirección B)*

PERIODO DE ANÁLISIS	VOLUMNE DE PERIODO DE 15 MIN (Q15)
6:15-6:30 (p.m.)	173
6:30-6:45 (p.m.)	209
6:45-7:00 (p.m.)	223
7:00-7:15 (p.m.)	174

Tabla 38:*Parámetros del segmento 2 (dirección B)*

PARÁMETROS DEL TRANSITO VEHICULAR	
VHMD [veh/hora]	779
Q 15max [veh/15min]	223
Tasa de flujo horario (q) [veh/hora]	892
FHMD	0.873

✓ **Para el segmento 3, dirección de viaje B:**

Hora de máxima demanda: 7:00 p.m. – 8:00 p.m.

Tabla 39:*Flujos del segmento 3 (dirección B)*

PERIODO DE ANÁLISIS	VOLUMNE DE PERIODO DE 15 MIN (Q15)
7:00-7:15 (p.m.)	160
7:15-7:30 (p.m.)	190
7:30-7:45 (p.m.)	217
7:45-8:00 (p.m.)	237

Tabla 40:*Parámetros del segmento 3 (dirección B)*

PARÁMETROS DEL TRANSITO VEHICULAR	
VHMD [veh/hora]	804
Q 15max [veh/15min]	237
Tasa de flujo horario (q) [veh/hora]	948
FHMD	0.848

4.1.3 Nivel de servicio de los segmentos

Nivel de servicio del segmento 1

Figura 24:

Segmento 1 con dirección de viaje A y B.



La imagen anterior muestra el segmento 1 sin escala muestra sus dos direcciones de viaje A y B. El segmento está comprendido entre la calle Huamantanga y la calle Zarumilla tal como se expuso párrafos atrás, a continuación, se presenta el cálculo del nivel de servicio.

Tabla 41:*Datos del Segmento 01.*

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular	1040 veh/h	908 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio (v_m)	896veh/h	780 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba (W_i)	11.00m = 36.09ft	12.00m = 39.37ft
Número de carriles directos (N_{th})	2	2
Longitud del segmento (L) *	119.41m = 391.76ft	120.41m = 395.05ft
Longitud mediana restrictiva	102.41m = 335.99ft	102.41m = 335.99ft
Proporción de segmento con bordillo (P_{curb})	1	1
Nº de aproximaciones en la dirección de viaje ($N_{ap,s}$)	2	4
Nº de aprox. en la dirección opuesta de viaje ($N_{ap,o}$)	4	2
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad (S_{pl})	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

Nota: Se promedia la longitud del segmento en las dos direcciones de viaje ya que son distintos (393.41 ft)

✓ **Determinar el tiempo en movimiento**

Para calcular el tiempo de movimiento primero se debe calcular la velocidad de flujo libre, el factor de ajuste de proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional debido a las fuentes de retraso del segmento medio.

- **Velocidad de flujo libre (S_f)**

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_f = S_f of L \dots \dots \dots (Ec. 2.13)$$

Donde:

Sfo = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

fL=Factor de ajuste de espaciado de señal

A continuación, se explica el cálculo de las variables Sfo, fL y de Sf

Para el Cálculo de la velocidad de flujo libre base (Sfo)

$$Sfo = So + fcs + fA..... (Ec. 2.14)$$

Donde:

So = Velocidad constante (mi/h)

fcs = Ajuste para la sección transversal (mi/h)

fA = Ajuste para puntos de acceso (mi/h)

Entonces para la Velocidad constante (So)

$$So = 25.6 + 0.47Spl..... (Ec. 2.15)$$

Donde:

Spl = Límite de velocidad publicado (mi/h)

Según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162, el Límite de velocidad

Publicado (Spl) para calle es 40 km/h = 24.85 mi/h

Entonces:

$$So = 25.6 + 0.47Spl$$

$$So = 25.6 + 0.47 (24.85)$$

$$So = 37.28 \text{ mi/h}$$

So: Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento 1.

Para el cálculo del Factor de ajuste para la sección transversal (fcs)

$$fcs = 1.5prm - 0.47pcurb - 3.7pcurbprm..... (Ec. 2.16)$$

Donde:

prm = proporción de longitud de enlace con mediana restrictiva.

$pcurb$ = proporción de segmento con bordillo en el lado derecho.

Se calcula:

En dirección de viaje "A":

$$prm = \frac{335.99}{391.76 - 36.09} = 0.945$$

$$pcurb = 1$$

Entonces:

$$fcs = 1.5(0.945) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.945) = -2.548$$

En dirección de viaje "B"

$$prm = \frac{335.99}{395.05 - 39.37} = 0.945$$

$$pcurb = 1$$

Entonces:

$$fcs = 1.5(0.945) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.945) = -2.548$$

Para el Factor de ajuste para puntos de acceso (fA)

$$fA = -0.078Da/Nth \dots \dots \dots (Ec. 2.17)$$

Con:

$$Da = 5280(Nap, + Nap, o) / (L - Wi) \dots \dots (Ec. 2.18)$$

Donde:

Da = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla) Cálculo de Da y fA.

En dirección de viaje "A"

$$Da = 5280(2 + 4) / (393.405 - 36.09) = 88.66$$

$$fA = -0.078 (88.66 / 2) = -3.46$$

En dirección de viaje "B"

$$Da = 5280(4 + 2)/(393.405 - 39.37) = 89.48$$

$$fA = -0.078 (89.48/2) = -3.49$$

Para la Velocidad de flujo libre base (Sfo)

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó Sfo.

$$Sfo = So + fcs + fA \quad (Ec. 2.14)$$

En dirección de viaje "A":

$$Sfo = 37.28 + (-2.55) + (-3.46) = 31.27 \text{ mil/h}$$

En dirección de viaje "B":

$$Sfo = 37.28 + (-2.55) + (-3.49) = 31.24 \text{ mil/h}$$

Para el Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal (fL)

$$fL = 1.02 - 4.7(Sfo - 19.5) / (MAXS (Ls'400)) \leq 1 \dots\dots(Ec. 2.19)$$

Dónde: Ls = Distancia entre intersecciones

✓ **En la dirección de viaje A:**

$$fL = 1.02 - 4.7(31.27 - 19.5) / (MAXS (393.405'400)) = 0.882$$

✓ **En la dirección de viaje B:**

$$fL = 1.02 - 4.7(31.24 - 19.5) / (MAXS (393.405'400)) = 0.882$$

Para el Cálculo de la velocidad de flujo libre (Sf)

$$Sf = Sfo \cdot fL \dots\dots\dots (Ec. 2.13)$$

En dirección de viaje A:

$$Sf = 31.27 \times 0.882 = 27.57 \text{ mil/h}$$

En dirección de viaje B:

$$Sf = 31.24 \times 0.882 = 27.56 \text{ mil/h}$$

- **Factor de ajuste de proximidad del vehículo (fv)**

$$fv = \frac{2}{1 + (1 - \frac{vm}{52.8Nth * Sf})^{0.21}} \text{ (Ec. 2.20)}$$

En dirección de viaje A:

$$fv = \frac{2}{1 + (1 - \frac{896}{52.8 * 2 * 27.57})^{0.21}} = 1.04$$

En dirección de viaje B:

$$fv = \frac{2}{1 + (1 - \frac{780}{52.8 * 2 * 27.56})^{0.21}} = 1.03$$

- **Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para el cálculo se utiliza la **Tabla N° 8**. Para su uso se determina el volumen vehicular por carril en la mitad del segmento para cada dirección de viaje.

Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 896 / 2 = 448 \text{ veh/h/ln}$$

Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 780 / 2 = 390 \text{ veh/h/ln}$$

Con estos valores se partió de la demora en 2 carriles para un volumen por carril de 500 veh/h/ln y se extrapoló y se obtuvo:

En dirección de viaje "A"

$$dap, = 0.198 \text{ seg/veh/pto}$$

En dirección de viaje "B"

$$dap, = 0.143 \text{ seg/veh/pto}$$

- Cálculo del tiempo en movimiento

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other} \dots \dots \dots (Ec. 2.21)$$

Donde:

l_1 = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)

f_x = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)

d_{other} = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

En dirección de viaje A

$$t_R = \frac{6 - 0}{0.0025 * 393.405} * 0 + \frac{3600 * 393.405}{5280 * 27.57} * 1.04 + \frac{0.198}{2} * 2 + \frac{0.198}{2} * 4 = 11.70 \text{ s}$$

En dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6 - 2}{0.0025 * 393.405} * 1 + \frac{3600 * 393.405}{5280 * 27.56} * 1.03 + \frac{0.143}{2} * 4 + \frac{0.143}{2} * 2 = 14.55 \text{ s}$$

✓ Determinar la duración de la fase de la señal

Este proceso se omite si la intersección aguas abajo no está señalizada

Para la dirección de viaje B:

V= 21s	A= 3s	R= 23S
--------	-------	--------

C= 47 segundos

✓ Determinar la demora directa (dt)

$$dt = \frac{dthvtNt + dslvsl(1 - PL) + dsrvsr(1 - Pr)}{vth} \dots \dots \dots (Ec. 2.22)$$

En dirección de viaje A:

$$dt = \frac{5.402 * 448 * 1 + 0 * 0(1 - 0) + 5.023 * 448(1 - 0.18)}{896} = 4.76 \text{ s/veh}$$

En dirección de viaje B:

$$dt = \frac{5.224 * 390 * 1 + 0 * 0(1 - 0.27) + 5.051 * 390(1 - 0.32)}{780} = 4.33 \text{ s/veh}$$

Nota: $v_{th} = v_m$, pues no hay carriles de giro exclusivos. Las tasas de flujo y proporciones de giro (PL y PR) se determinaron del aforo del día de máxima demanda.

✓ **Determinar la Velocidad de viaje (ST,seg)**

$$St, \text{seg} = \frac{3600L}{5800(tR + dt)} \dots \dots \dots (Ec. 2.23)$$

En dirección de viaje A:

$$St, \text{seg} = \frac{3600 * 393.405}{5800(11.698 + 4.76)} = 14.836 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje B:

$$St, \text{seg} = \frac{3600 * 393.405}{5800(14.549 + 4.329)} = 12.935 \text{ mi/h}$$

✓ **Determinar el nivel de servicio**

El nivel de servicio está determinado por la velocidad de viaje expresada como un porcentaje de la velocidad base de flujo libre (ST, seg/Sfo), y por la relación volumen/capacidad. Obtenidos estos valores, se hace uso de la Tabla N° 5 y se determina el nivel de servicio.

$$NS = \frac{ST, \text{seg}}{SFO}$$

$$X = \frac{\text{Volumen}}{\text{Capacidad}}$$

En dirección de viaje A:

$$NS = \frac{14.836}{31.273} = 47.44\%$$

$$X = \frac{896}{1040} = 0.861$$

Para estos valores, según la Tabla N° 5, la dirección de viaje A del segmento N° 1 presenta un

Nivel de servicio D

En dirección de viaje B:

$$NS = \frac{12.935}{31.241} = 41.40\%$$

$$X = \frac{780}{908} = 0.859$$

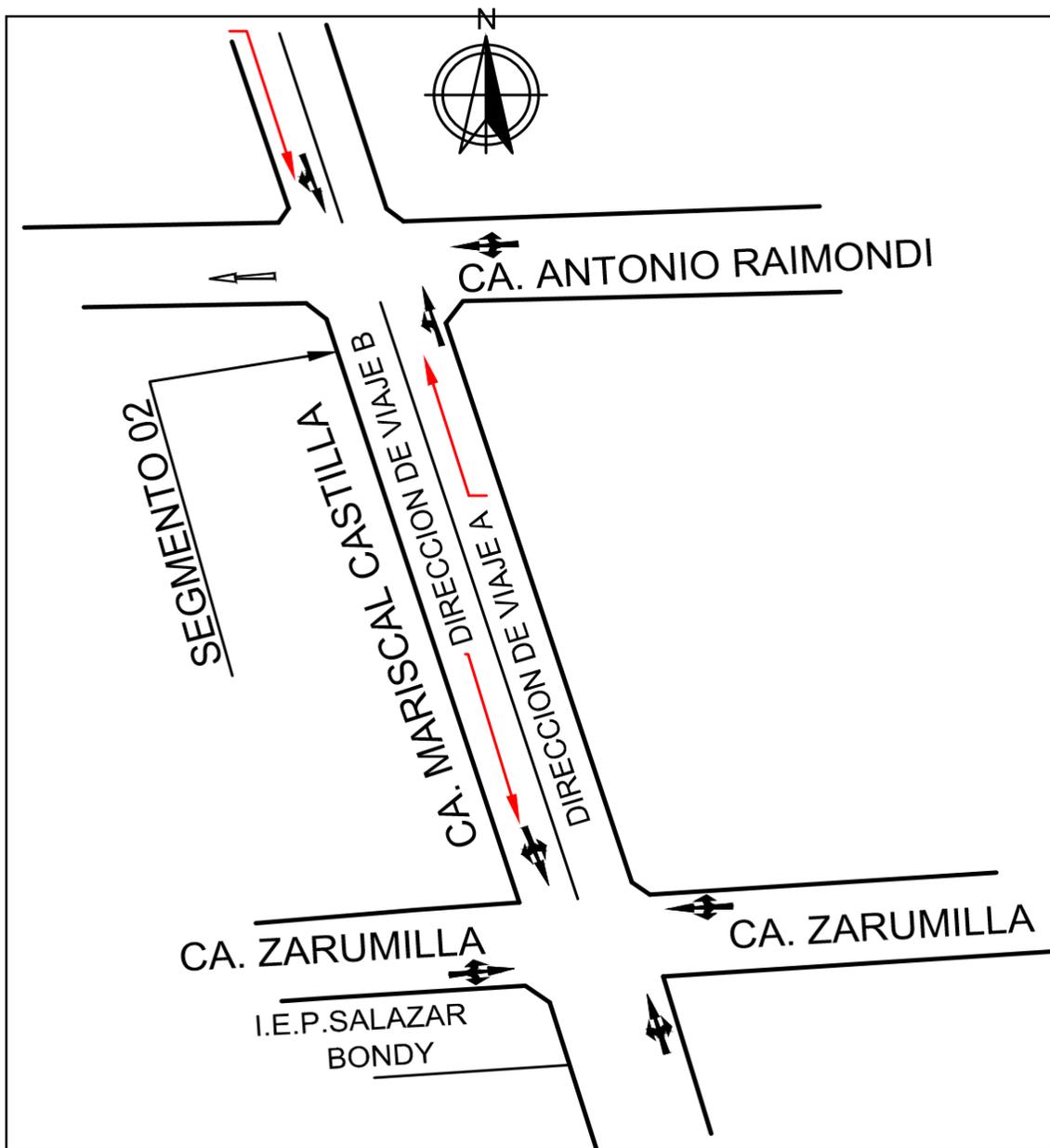
Para estos valores, según la Tabla N° 5, la dirección de viaje B del segmento N° 1 presenta un

Nivel de servicio D

Nivel de servicio del segmento 2

Figura 25:

Segmento 2 con dirección de viaje A y B



La imagen anterior muestra el segmento 2 sin escala muestra sus dos direcciones de viaje. El segmento está comprendido entre la calle Zarumilla y la calle Raimondi tal como se expuso párrafos atrás, a continuación, se presenta el cálculo del nivel de servicio.

Tabla 42:*Datos del Segmento 2*

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular	1016 veh/h	892 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio (v_m)	890veh/h	779veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba (W_i)	12.00m = 39.37ft	11.95m = 39.206ft
Número de carriles directos (N_{th})	2	2
Longitud del segmento (L) *	108.25m = 355.15ft	108.2m = 354.99ft
Longitud mediana restrictiva	90.25m = 296.096ft	90.25m = 296.096ft
Proporción de segmento con bordillo (P_{curb})	1	1
N° de aproximaciones en la dirección de viaje ($N_{ap,s}$)	3	2
N° de aprox. en la dirección opuesta de viaje ($N_{ap,o}$)	2	3
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad (S_{pl})	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

Nota: Se promedia la longitud del segmento en las dos direcciones de viaje ya que son distintos (393.405 ft)

✓ **Determinar el tiempo en movimiento**

Para calcular el tiempo de movimiento primero se debe calcular la velocidad de flujo libre, el factor de ajuste de proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional debido a las fuentes de retraso del segmento medio

- **Velocidad de flujo libre (S_f)**

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_f = S_f of L \quad (Ec. 2.13)$$

Donde:

Sfo = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

fL = Factor de ajuste de espaciado de señal

A continuación, se explica el cálculo de las variables Sfo , fL y de Sf

Para el Cálculo de la velocidad de flujo libre base (Sfo)

$$Sfo = So + fcs + fA \dots \dots \dots (Ec. 2.14)$$

Donde:

So = Velocidad constante (mi/h)

fcs = Ajuste para la sección transversal (mi/h)

fA = Ajuste para puntos de acceso (mi/h)

Entonces para la Velocidad constante (So)

$$So = 25.6 + 0.47Spl \dots \dots \dots (Ec. 2.15)$$

Donde:

Spl = Límite de velocidad publicado (mi/h)

Según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162, el Límite de velocidad Publicado (Spl) para calle es 40 km/h = 24.85 mi/h

Entonces:

$$So = 25.6 + 0.47Spl$$

$$So = 25.6 + 0.47 (24.85)$$

$$So = 37.28 \text{ mi/h}$$

So Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento 2.

Para el cálculo del Factor de ajuste para la sección transversal (fcs)

$$fcs = 1.5prm - 0.47pcurb - 3.7pcurbprm \quad (Ec. 2.16)$$

Donde:

prm = proporción de longitud de enlace con mediana restrictiva

p_{curb} = proporción de segmento con bordillo en el lado derecho

Se calcula:

En dirección de viaje "A":

$$prm = \frac{296.096}{355.15 - 39.37} = 0.938$$

$$p_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(0.938) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.938) = -2.533$$

En dirección de viaje "B"

$$prm = \frac{296.096}{354.99 - 39.206} = 0.938$$

$$p_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(0.938) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.938) = -2.533$$

Para el Factor de ajuste para puntos de acceso (fA)

$$f_A = -0.078 D_a / N_{th} \dots \dots \dots (Ec. 2.17)$$

Con:

$$D_a = 5280(N_{ap, s} + N_{ap, o}) / (L - W_i) \dots \dots \dots (Ec. 2.18)$$

Donde:

D_a = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla) Cálculo de D_a y f_A . **En**

dirección de viaje "A"

$$D_a = 5280(3 + 2) / (355.07 - 39.37) = 83.62$$

$$f_A = -0.078 (83.62 / 2) = -3.261$$

En dirección de viaje "B"

$$D_a = 5280(2 + 3) / (355.07 - 39.206) = 83.58$$

$$fA = -0.078 (83.58/2) = -3.259$$

Para la Velocidad de flujo libre base (Sfo)

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó Sfo.

$$Sfo = So + fcs + fA \quad (Ec. 2.14)$$

En dirección de viaje "A":

$$Sfo = 37.279 + (-2.533) + (-3.261) = 31.485 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje "B":

$$Sfo = 37.279 + (-2.533) + (-3.259) = 31.487 \text{ mi/h}$$

Para el Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal (fL)

$$fL = 1.02 - 4.7(Sfo - 19.5) / (MAXS (Ls'400)) \leq 1 \dots\dots(Ec. 2.19)$$

Dónde: Ls = Distancia entre intersecciones

✓ En la dirección de viaje A:

$$fL = 1.02 - 4.7(31.485 - 19.5) / (MAXS (355.07'400)) = 0.879$$

✓ En la dirección de viaje B:

$$fL = 1.02 - 4.7(31.487 - 19.5) / (MAXS (355.07'400)) = 0.879$$

Para el Cálculo de la velocidad de flujo libre (Sf)

$$Sf = Sfo \times fL \dots\dots\dots (Ec. 2.13)$$

En dirección de viaje A:

$$Sf = 31.485 \times 0.879 = 27.68 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje B:

$$Sf = 31.487 \times 0.879 = 27.68 \text{ mi/h}$$

- **Factor de ajuste de proximidad del vehículo (fv)**

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{vm}{52.8Nth * Sf}\right)^{0.21}} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

En dirección de viaje A:

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{890}{52.8 * 2 * 27.68}\right)^{0.21}} = 1.04$$

En dirección de viaje B:

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{779}{52.8 * 2 * 27.56}\right)^{0.21}} = 1.03$$

- **Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para el cálculo se utiliza la **Tabla N° 8**. Para su uso se determina el volumen vehicular por carril en la mitad del segmento para cada dirección de viaje.

Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 890 / 2 = 445 \text{ veh/h/ln}$$

Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 779 / 2 = 390 \text{ veh/h/ln}$$

Con estos valores se partió de la demora en 2 carriles para un volumen por carril de 500 veh/h/ln y se extrapoló y se obtuvo:

En dirección de viaje "A"

$$dap, = 0.195 \text{ seg/veh/pto}$$

En dirección de viaje "B"

$$dap, = 0.143 \text{ seg/veh/pto}$$

- **Cálculo del tiempo en movimiento**

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other} \dots \dots \dots (Ec. 2.21)$$

Donde:

l_1 = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)

f_x = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)

d_{other} = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

En dirección de viaje A

$$t_R = \frac{6 - 0}{0.0025 * 355.07} * 0 + \frac{3600 * 355.07}{5280 * 27.68} * 1.04 + \frac{0.195}{2} * 3 + \frac{0.195}{2} * 2 = 9.567 \text{ s}$$

En dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6 - 0}{0.0025 * 355.07} * 0 + \frac{3600 * 355.07}{5280 * 27.68} * 1.03 + \frac{0.143}{2} * 2 + \frac{0.143}{2} * 3 = 9.387 \text{ s}$$

✓ **Determinar la demora directa (dt)**

$$dt = \frac{dthvtNt + dslvsl(1 - PL) + dsrvsr(1 - Pr)}{vth} \dots \dots \dots (Ec. 2.22)$$

En dirección de viaje A:

$$dt = \frac{5.1315 * 445 * 1 + 0 * 0(1 - 0) + 5.1195 * 445(1 - 0.21)}{890} = 4.588 \text{ s/veh}$$

En dirección de viaje B:

$$dt = \frac{5.0455 * 390 * 1 + 0 * 0(1 - 0) + 4.9285 * 390(1 - 0.32)}{779} = 4.79 \text{ s/veh}$$

Nota: vth = vm , pues no hay carriles de giro exclusivos. Las tasas de flujo y proporciones de giro

(PL y PR) se determinaron del aforo del día de máxima demanda.

✓ **Determinar la Velocidad de viaje (ST,seg)**

$$St, seg = \frac{3600L}{5800(tR + dt)} \dots \dots \dots (Ec. 2.23)$$

En dirección de viaje A:

$$St, seg = \frac{3600 * 355.07}{5800(9.567 + 4.588)} = 15.57 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje B:

$$St, seg = \frac{3600 * 355.07}{5800(9.387 + 4.79)} = 15.546 \text{ mi/h}$$

✓ **Determinar el nivel de servicio**

El nivel de servicio está determinado por la velocidad de viaje expresada como un porcentaje de la velocidad base de flujo libre (ST,seg/Sfo), y por la relación volumen/capacidad. Obtenidos estos valores, se hace uso de la Tabla N° 5 y se determina el nivel de servicio.

$$NS = \frac{ST, seg}{Sfo}$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad}$$

En dirección de viaje A:

$$NS = \frac{15.57}{31.485} = 49.45\%$$

$$X = \frac{890}{1016} = 0.873$$

Para estos valores, según la Tabla N° 5, la dirección de viaje A del segmento N° 2 presenta un

Nivel de servicio D

En dirección de viaje B:

$$NS = \frac{15.546}{31.487} = 49.37\%$$

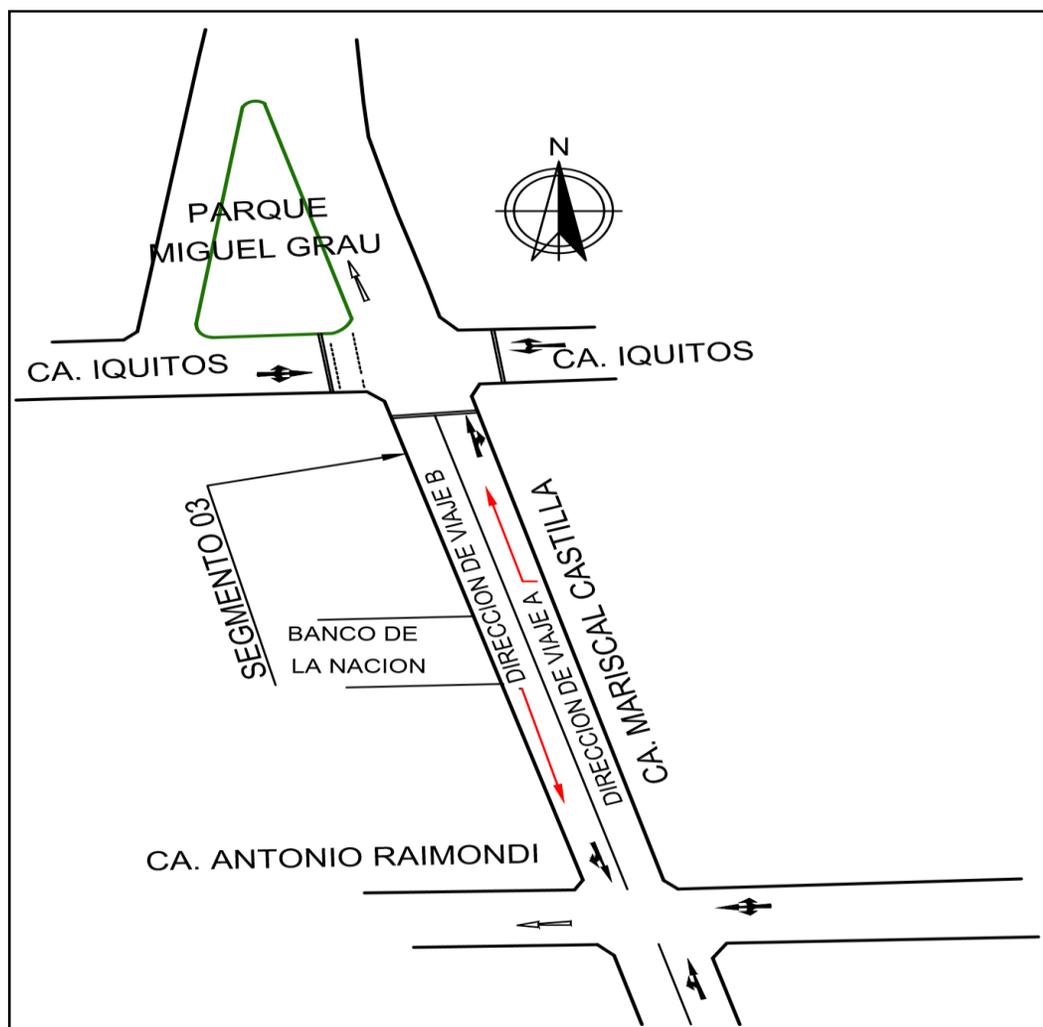
$$X = \frac{779}{892} = 0.873$$

Para estos valores, según la Tabla N° 5, la dirección de viaje B del segmento N° 2 presenta un **Nivel de servicio D.**

Nivel de servicio del segmento 3

Figura 26:

Segmento 3 con dirección de viaje A y B



La imagen anterior muestra el segmento 3 sin escala muestra sus dos direcciones de viaje. El segmento está comprendido entre la calle Raimondi y la calle Iquitos tal como se expuso párrafos atrás, a continuación, se presenta el cálculo del nivel de servicio.

Tabla 43:*Datos de entrada para el Segmento 3*

DATO DE ENTRADA	DIRECCIÓN DE VIAJE	
	A	B
Capacidad vehicular	1056 veh/h	948 veh/h
Tasa de flujo del segmento medio (v_m)	911 veh/h	804 veh/h
Número de carriles de giro exclusivos	0	0
Ancho de intersección aguas arriba (W_i)	11.95m = 39.206ft	12.00m = 39.37ft
Número de carriles directos (N_{th})	2	2
Longitud del segmento (L) *	125.63m = 412.17ft	125.68m = 412.34ft
Longitud mediana restrictiva	105.68m = 346.72ft	105.68m = 346.72ft
Proporción de segmento con bordillo (P_{curb})	1	1
Nº de aproximaciones en la dirección de viaje ($N_{ap,s}$)	2	4
Nº de aprox. en la dirección opuesta de viaje ($N_{ap,o}$)	4	2
Duración del periodo de análisis	0.25 h.	0.25 h.
Límite de velocidad (S_{pl})	40km/h = 24.85mi/h	40km/h = 24.85mi/h

Nota: Se promedia la longitud del segmento en las dos direcciones de viaje ya que son distintos (412.255 ft)

✓ **Determinar el tiempo en movimiento**

Para calcular el tiempo de movimiento primero se debe calcular la velocidad de flujo libre, el factor de ajuste de proximidad del vehículo y el tiempo de movimiento adicional debido a las fuentes de retraso del segmento medio

- **Velocidad de flujo libre (S_f)**

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_f = S_f of L \dots \dots \dots (Ec. 2.13)$$

Donde:

Sfo = Velocidad de flujo libre base (mi/h)

fL =Factor de ajuste de espaciado de señal

A continuación, se explica el cálculo de las variables Sfo , fL y de Sf

Para el Cálculo de la velocidad de flujo libre base (Sfo)

$$Sfo = So + fcs + fA \dots \dots \dots (Ec. 2.14)$$

Donde:

So = Velocidad constante (mi/h)

fcs = Ajuste para la sección transversal (mi/h)

fA = Ajuste para puntos de acceso (mi/h)

Entonces para la Velocidad constante (So)

$$So = 25.6 + 0.47Spl \dots \dots \dots (Ec. 2.15)$$

Donde:

Spl = Límite de velocidad publicado (mi/h)

Según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162, el Límite de velocidad Publicado (Spl) para calle es 40 km/h = 24.85 mi/h

Entonces:

$$So = 25.6 + 0.47Spl$$

$$So = 25.6 + 0.47 (24.85)$$

$$So = 37.28 \text{ mi/h}$$

So Tiene el mismo valor para ambas direcciones de viaje del segmento 3.

Para el cálculo del Factor de ajuste para la sección transversal (fcs)

$$fcs = 1.5prm - 0.47pcurb - 3.7pcurbprm \dots \dots \dots (Ec. 2.16)$$

Donde:

prm = proporción de longitud de enlace con mediana restrictiva

p_{curb} = proporción de segmento con bordillo en el lado derecho

Se calcula:

En dirección de viaje "A":

$$prm = \frac{346.72}{412.17 - 39.206} = 0.93$$

$$p_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(0.93) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.93) = -2.515$$

En dirección de viaje "B"

$$prm = \frac{346.72}{412.34 - 39.37} = 0.93$$

$$p_{curb} = 1$$

Entonces:

$$f_{cs} = 1.5(0.93) - 0.47(1) - 3.7(1)(0.93) = -2.515$$

Para el Factor de ajuste para puntos de acceso (fA)

$$fA = -0.078Da/Nth \dots \dots \dots (Ec. 2.17)$$

Con:

$$Da = 5280(Nap, + Nap, o) / (L - Wi) \dots \dots \dots (Ec. 2.18)$$

Donde:

Da = Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/milla) Cálculo de Da y fA.

En dirección de viaje "A"

$$Da = 5280(2 + 4) / (412.255 - 39.206) = 84.92$$

$$fA = -0.078(84.92 / 2) = -3.312$$

En dirección de viaje "B"

$$Da = 5280(4 + 2)/(412.255 - 39.37) = 84.95$$

$$fA = -0.078 (84.95/2) = -3.313$$

Para la Velocidad de flujo libre base (Sfo)

Con los valores encontrados en las secciones anteriores y con la siguiente ecuación se calculó Sfo.

$$Sfo = So + fcs + fA \dots \dots \dots (Ec. 2.14)$$

En dirección de viaje "A":

$$Sfo = 37.279 + (-2.515) + (-3.312) = 31.452 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje "B":

$$Sfo = 37.279 + (-2.515) + (-3.313) = 31.451 \text{ mi/h}$$

Para el Cálculo del factor de ajuste de espaciado de señal (fL)

$$fL = 1.02 - 4.7(Sfo - 19.5) / (\text{MAXS } (Ls'400)) \leq 1 \dots \dots \dots (Ec. 2.19)$$

Dónde: Ls = Distancia entre intersecciones

En la dirección de viaje A:

$$fL = 1.02 - 4.7(31.452 - 19.5) / (\text{MAXS } (412.255'400)) = 0.884$$

En la dirección de viaje B:

$$fL = 1.02 - 4.7(31.451 - 19.5) / (\text{MAXS } (412.255'400)) = 0.884$$

Para el Cálculo de la velocidad de flujo libre (Sf)

$$Sf = Sfo \times fL \dots \dots \dots (Ec. 2.13)$$

En dirección de viaje A:

$$Sf = 31.452 \times 0.884 = 27.80 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje B:

$$Sf = 31.451 \times 0.884 = 27.79 \text{ mi/h}$$

- **Factor de ajuste de proximidad del vehículo (fv)**

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{vm}{52.8Nth * Sf}\right)^{0.21}} \text{ (Ec. 2.20)}$$

En dirección de viaje A:

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{911}{52.8 * 2 * 27.80}\right)^{0.21}} = 1.04$$

En dirección de viaje B:

$$fv = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{804}{52.8 * 2 * 27.79}\right)^{0.21}} = 1.03$$

- **Demora debido a vehículos que giran hacia un punto de acceso**

Para el cálculo se utiliza la **Tabla N° 8**. Para su uso se determina el volumen vehicular por carril en la mitad del segmento para cada dirección de viaje.

Volumen por carril (dirección de viaje A):

$$\text{Vol. carril} = 911 / 2 = 456 \text{ veh/h/ln}$$

Volumen por carril (dirección de viaje B):

$$\text{Vol. carril} = 804 / 2 = 402 \text{ veh/h/ln}$$

Con estos valores se partió de la demora en 2 carriles para un volumen por carril de 500 veh/h/ln y se extrapoló y se obtuvo:

En dirección de viaje "A"

$$dap, = 0.2055 \text{ seg/veh/pto}$$

En dirección de viaje "B"

$$d_{ap} = 0.152 \text{ seg/veh/pto}$$

- Cálculo del tiempo en movimiento

Para el cálculo se usó la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other} \dots \dots \dots (Ec. 2.21)$$

Donde:

l_1 = Tiempo perdido de arranque (2 para intersecciones con semáforos)

f_x = Factor de ajuste de tipo de control (1 si hay semáforo, 0 si no lo hay)

d_{other} = Demoras debido a otras fuentes (0 según HCM)

En dirección de viaje A

$$t_R = \frac{6 - 2}{0.0025 * 412.255} * 1 + \frac{3600 * 412.255}{5280 * 27.80} * 1.04 + \frac{0.2055}{2} * 2 + \frac{0.2055}{2} * 4 = 15.004s$$

En dirección de viaje B

$$t_R = \frac{6 - 0}{0.0025 * 412.255} * 0 + \frac{3600 * 412.255}{5280 * 27.79} * 1.03 + \frac{0.152}{2} * 4 + \frac{0.152}{2} * 2 = 11.909 s$$

✓ Determinar la demora directa (dt)

$$dt = \frac{dthvvtNt + dslvsl(1 - PL) + dsrvsr(1 - Pr)}{vth} \dots \dots \dots (Ec. 2.22)$$

En dirección de viaje A:

$$dt = \frac{4.99 * 456 * 1 + 0 * 0(1 - 0) + 5.086 * 456(1 - 0.19)}{911} = 4.555 \text{ s/veh}$$

En dirección de viaje B:

$$dt = \frac{5.0515 * 402 * 1 + 0 * 0(1 - 0.24) + 5.031 * 402(1 - 0.24)}{804} = 4.437 \text{ s/veh}$$

Nota: $v_{th} = v_m$, pues no hay carriles de giro exclusivos. Las tasas de flujo y proporciones de giro (PL y PR) se determinaron del aforo del día de máxima demanda.

✓ **Determinar la Velocidad de viaje (ST, seg)**

$$St, seg = \frac{3600L}{5800(tR + dt)} \dots \dots \dots (Ec. 2.23)$$

En dirección de viaje A:

$$St, seg = \frac{3600 * 412.255}{5800(15.004 + 4.555)} = 13.082 \text{ mi/h}$$

En dirección de viaje B:

$$St, seg = \frac{3600 * 412.255}{5800(11.908 + 4.438)} = 15.654 \text{ mi/h}$$

✓ **Determinar el nivel de servicio**

El nivel de servicio está determinado por la velocidad de viaje expresada como un porcentaje de la velocidad base de flujo libre (ST, seg/Sfo), y por la relación volumen/capacidad. Obtenidos estos valores, se hace uso de la Tabla N° 5 y se determina el nivel de servicio.

$$NS = \frac{S, seg}{SFO}$$

$$X = \frac{Volumen}{Capacidad}$$

En dirección de viaje A:

$$NS = \frac{13.082}{31.452} = 41.59\%$$

$$X = \frac{911}{1056} = 0.863$$

Para estos valores, según la Tabla N° 5, la dirección de viaje A del segmento N° 3 presenta un

Nivel de servicio D

En dirección de viaje B:

$$NS = \frac{15.654}{31.451} = 49.77\%$$

$$X = \frac{804}{948} = 0.848$$

Para estos valores, según la Tabla N° 5, la dirección de viaje B del segmento N° 3 presenta un

Nivel de servicio D

4.2 Análisis, interpretación y discusión de resultados

Para el análisis de la Av. Mariscal Castilla donde se encuentra la muestra del estudio con la intersección de la calle Huamantanga con la calle Iquitos donde se dividió en tres segmentos. Cada segmento tiene dos sentidos o direcciones de viaje A y B.

Este análisis se realizó con el levantamiento topográfico para obtener todas las características de la avenida el aforo vehicular, capacidad vehicular y nivel de servicio. Para el flujo vehicular del día de máxima demanda. Para tal día se construyeron histogramas del flujo vehicular para cada segmento, los cuales ayudan a comprender mejor la variación del tránsito a lo largo del día. Además, se determinó la tasa de flujo, el volumen horario de máxima demanda y el factor horario de máxima demanda (FHMD). De las Tablas N° 15 y N° 19, presentadas anteriormente, se observa que el día de máxima demanda para todos los segmentos en ambos sentidos de viaje es el Sábado 25 de abril del 2023.

✓ **Características geométricas de la vía estudiada**

Las siguientes Tablas exponen las características geométricas del tramo de vía estudiado observadas en campo, y determinadas en el levantamiento topográfico.

Tabla 44:*Características de los segmentos con dirección de viaje A*

CARACTERISTICA GEOMETRICO	SEGMENTO		
	1	2	3
Ancho promedio de calzada (m)	14.6	15.4	13.2
Ancho de carril (m)	5.5	6	5
Bombeo (%)	2%	2%	2%
Pendiente (%)	-1.80%	1.03%	-0.84%

Tabla 45:*Características de los segmentos con dirección de viaje B*

CARACTERISTICA GEOMETRICO	SEGMENTO		
	1	2	3
Ancho promedio de calzada (m)	14.6	15.4	13.2
Ancho de carril (m)	5.75	6.2	5.1
Bombeo (%)	2%	2%	2%
Pendiente (%)	-1.80%	1.03%	-0.84%

De ambas Tablas se observa que la pendiente longitudinal de los segmentos 1, 2 y 3 no cumplen con la pendiente mínima excepcional igual a 0.35% establecido por las normas DG-2018. Por otro lado, para todos los segmentos de bombeo es de 2%, con lo cual se cumple con lo establecido por las normas DG-2018.

También se observa que el ancho promedio de los carriles del tramo de la Avenida Mariscal Castilla estudiado cumple con el ancho mínimo recomendado (3.50 m.) para vías arteriales, establecido por el manual de diseño de vías urbanas del VCHI (2005). Los anchos mínimos recomendados.

- Composición y flujo vehicular

La siguiente Tabla resume la composición vehicular de los 3 segmentos en sus dos direcciones de viaje

Tabla 46:

Resumen de la composición vehicular

VEHICULO	SEGMENTOS		
	1	2	3
	% VEH	% VEH	% VEH
MOTO LINEAL	44.19%	44.35%	44.19%
MOTOTAXI	51.78%	51.70%	51.51%
AUTO	1.28%	1.24%	1.40%
STATION WAGON	0.91%	0.93%	0.97%
PICK UP	1.42%	1.37%	1.55%
RURAL COMBI	0.32%	0.31%	0.28%
CAMION 2E	0.07%	0.06%	0.06%
CAMION 3E	0.02%	0.02%	0.02%
CAMION 4E	0.01%	0.01%	0.01%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%

En la Tabla N° 28 presentada párrafos atrás en donde se expone la composición vehicular de todo el tramo estudiado se observa que del total de vehículos que circularon por el tramo, la mayor parte (51.38 %) fueron mototaxis con categoría L5, el segundo tipo de vehículos que más circularon por el tramo estudiado fueron moto lineales con 44.28% con categoría L5, con un 1.58 % de participación, el tercer puesto de los vehículos pick up que son camionetas con Categoría N1 , en cuarto lugar lo ocupan los Autos con 1.40% Categoría M1, en quinto lugar lo ocupan con 0.95% los Station Wagon con categoría M2- C1, en sexto Lugar lo ocupan los combis con un 0.29% con categoría M2-C2 , en séptimo lugar lo ocupa con 0.07% los Camiones 2E, en el octavo lugar lo ocupa con 0.2% los camiones 3E, en el noveno lugar lo ocupa con 0.2% los camiones 4E con categoría O.

Las mototaxis con las motos lineales son los más frecuentes con mayor participación en todos los segmentos de Av. Mariscal Castilla, pero dando análisis el segmento 03 tiene mayor frecuencia de moto taxi y moto lineales.

Se determinó que para el tramo estudiado el día de máxima demanda es el Sabado 25 de Marzo del presente año donde se realizó el aforo. Vehicular cada 15 min. De máx. demanda.

Los histogramas presentados anteriormente que corresponden a los segmentos con una misma dirección de viaje tienen una distribución similar, y esto se debe a que para todos los segmentos el día de máxima demanda es el Sabado 25 de Marzo, y todos los segmentos pertenecen a la misma vía.

- **Características del tráfico**

VHMD, hora de máxima demanda, Q15máx. y FHMD de los segmentos

El segmento 1, dirección de viaje "A" presenta un volumen horario de máxima demanda igual a 896 vehículos/hora. La hora de máxima demanda se presenta desde las 7 p.m. hasta las 8 p.m. El Q15 máximo es de 260 vehículos, y el factor horario de máxima demanda (FHMD) también conocido como factor de hora pico (FHP) es igual a 0.862 y su tasa de flujo horario (q) es 1040 veh/hor, este valor indica que la distribución del flujo vehicular durante la hora de máxima demanda es constante, pues es próximo a la unidad.

El segmento 1, dirección de viaje "B" presenta un volumen horario de máxima demanda igual a 780 vehículos/hora. La hora de máxima demanda se presenta desde las 6:45 p.m. hasta las 07:45 p.m. El Q15 máximo es de 227 vehículos, y el factor horario de máxima demanda (FHMD) también conocido como factor de hora pico (FHP) es igual a 0.859 y su tasa de flujo horario (q)

es 908 veh/hor, este valor indica que la distribución del flujo vehicular durante la hora de máxima demanda es constante, pues es próximo a la unidad.

El segmento 2, dirección de viaje "A" presenta un volumen horario de máxima demanda igual a 890 vehículos/hora. La hora de máxima demanda se presenta desde las 7 p.m. hasta las 8 p.m. El Q15 máximo es de 254 vehículos, y el factor horario de máxima demanda (FHMD) también conocido como factor de hora pico (FHP) es igual a 0.876 y su tasa de flujo horario (q) es 1016 veh/hor, este valor indica que la distribución del flujo vehicular durante la hora de máxima demanda es constante, pues es próximo a la unidad.

El segmento 2, dirección de viaje "B" presenta un volumen horario de máxima demanda igual a 779 vehículos/hora. La hora de máxima demanda se presenta desde las 6:15 p.m. hasta las 07:15 p.m. El Q15 máximo es de 223 vehículos, y el factor horario de máxima demanda (FHMD) también conocido como factor de hora pico (FHP) es igual a 0.873 y su tasa de flujo horario (q) es 892 veh/hor, este valor indica que la distribución del flujo vehicular durante la hora de máxima demanda es constante, pues es próximo a la unidad.

El segmento 3, dirección de viaje "A" presenta un volumen horario de máxima demanda igual a 911 vehículos/hora. La hora de máxima demanda se presenta desde las 7 p.m. hasta las 8 p.m. El Q15 máximo es de 264 vehículos, y el factor horario de máxima demanda (FHMD) también conocido como factor de hora pico (FHP) es igual a 0.863 y su tasa de flujo horario (q) es 1056 veh/hor, este valor indica que la distribución del flujo vehicular durante la hora de máxima demanda es constante, pues es próximo a la unidad.

El segmento 3, dirección de viaje "B" presenta un volumen horario de máxima demanda igual a 804 vehículos/hora. La hora de máxima demanda se presenta desde las 7 p.m. hasta las 8 p.m. El Q15 máximo es de 237 vehículos, y el factor horario de máxima demanda (FHMD) también conocido como factor de hora pico (FHP) es igual a 0.848 y su tasa de flujo horario (q) es 948

veh/hor, este valor indica que la distribución del flujo vehicular durante la hora de máxima demanda es constante, pues es próximo a la unidad.

Velocidad de flujo libre

Tabla 47:

Velocidad de flujo libre de los segmentos

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE		
SEGMENTO	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
1	31.27 mi/h = 50.32 Km/h	31.24 mi/h = 50.27 Km/h
2	31.48 mi/h = 50.66 Km/h	31.49 mi/h = 50.66 Km/h
3	31.45 mi/h = 50.61 Km/h	31.45 mi/h = 50.60 Km/h

De la Tabla se observa que todas las velocidades de flujo libre calculadas son menores que 60 km/h, esta es la máxima velocidad permitida en avenidas según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162.

Velocidad de viaje

Tabla 48:

Velocidad de viaje de los segmentos del tramo

VELOCIDAD DE VIAJE		
SEGMENTO	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
1	27.57 mi/h = 44.36 Km/h	27.56 mi/h = 44.34 Km/h
2	27.68 mi/h = 44.54 Km/h	27.68 mi/h = 44.54 Km/h
3	27.80 mi/h = 44.72 Km/h	27.79 mi/h = 44.72 Km/h

De la Tabla se observa que todas las velocidades calculadas son menores que 50 km/h, esta es la máxima velocidad permitida en avenidas según el reglamento nacional de tránsito del 2009, artículo N°162.

Capacidad vehicular

Tabla 49:

Capacidad vehicular de los segmentos

CAPACIDAD VEHICULAR		
SEGMENTO	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
1	1040	908
2	1016	892
3	1056	948

En la Tabla N° 50 se observa que las capacidades para cada dirección de viaje en cada segmento la cual se ha calculado que en la dirección del viaje A en el segmento 3 es la mayor capacidad vehicular hay 1056 vehículos/hora.

Relación volumen/capacidad de los segmentos

Tabla 50:

Relación Volumen/capacidad de los segmentos estudiados

RELACIÓN VOLUMEN/CAPACIDAD		
SEGMENTO	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
1	0.862	0.859
2	0.876	0.873
3	0.863	0.848

De la Tabla se observa que todos los segmentos tienen una relación volumen/capacidad cercana a uno, de lo cual se concluye que los segmentos están llegando al límite de su capacidad.

Nivel de servicio de los segmentos

La siguiente Tabla presenta el nivel de servicio de todos los segmentos que conforman el tramo estudiado.

Tabla 51:

Nivel de servicio de los segmentos

SEGMENTO	NIVEL DE SERVICIO	
	Dirección de viaje A	Dirección de viaje B
1	D	D
2	D	D
3	D	D

De la Tabla se observa que todos los segmentos del tramo de la Av. Mariscal Castilla comprendido entre la Calle Huamantanga y la Calle. Iquitos presentan un nivel de servicio D.

Nivel de servicio D: Este nivel indica una condición menos estable en la cual pequeños aumentos en el flujo pueden causar aumentos sustanciales en la demora y disminuciones en la velocidad de viaje. Esta operación puede deberse a una progresión adversa del semáforo, volumen alto o tiempo de semáforo inapropiado en la intersección del límite. La velocidad de viaje es entre 40% y 50% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen-capacidad no es superior a 1,0.

Lo mencionado anteriormente se cumple para los segmentos. La relación volumen/capacidad en la Tabla N° 51 se observa que la menor relación volumen/capacidad es de 0.848. en el segmento

03 en la dirección de viaje B La duración del ciclo semafórico en horas puntas es larga (47 s.). En la hora de máxima demanda también se observaron fallas de ciclos individuales, pues las colas se desbordaron frecuentemente.

Existen otros factores que influyen en el nivel de servicio, los cuales no se tienen en cuenta en la metodología HCM-2010, tales como la superficie de rodadura. En la mayor parte del tramo estudiado se observó que la superficie de rodadura está en condiciones aceptables, sin embargo, se la puede mejorar con el mantenimiento de la misma.

4.3 Contrastación de hipótesis

la metodología HCM-2010 se aplicó a todos los datos obtenidos con el levantamiento topográfico y el conteo vehicular donde se determinó que los segmentos que conforman el tramo estudiado resulto un **nivel de servicio D**. Además, se analizó que el segmento 3 en dirección de viaje A es el mayor de todos los segmentos dándonos un volumen vehicular por hora a 911 vehículos/hora y su capacidad vehicular a 1056 vehículos/hora

El Tramo de la muestra estudiada de la avenida Mariscal Castilla comprende desde la intersección de la calle Huamantanga con la calle Iquitos que son transversales a la avenida; donde todos los segmentos 01, 02, 03 resulta un nivel de servicio D; a pesar que la capacidad vehicular se estudió para cada segmento en cada dirección de viaje obteniendo según el aforo a no mayor de 1056 vehículos/hora, **la hipótesis planteada es Aceptable** cumpliendo todos los parámetros.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El nivel de servicio del tramo estudiado es constante para todos los Segmentos (01-02-03) y direcciones de viaje en A y B presentan un nivel de servicio D. La capacidad vehicular en la dirección de viaje A es de 1040, 1016 y 1056 vehículos/hora, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente. En la dirección de viaje B es 908, 892 y 948 vehículos/hora, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente.
- El levantamiento topográfico se realizó para determinar las características geométricas de la sección de la Av. Mariscal Castilla en el Segmento 01, segmento 02, segmento 03 donde cuenta con dos calzadas y su ancho de los carriles que cumple con el ancho mínimo recomendado (3.50 m.) establecido por el manual de diseño de vías urbanas - VCHI (2005).
- El estudio de tráfico se concluye que el flujo vehicular está compuesto en mayor parte por mototaxis (51.66%), motos lineales (44.24%), camionetas (1.44%), autos (1.31%) y teniendo una participación menor los Station Wagon (0.94%), combi (0.30%), Camión 2E (0.06%), Camión 3E (0.02%), Camión 4E (0.01%).
- El volumen horario de máxima demanda en la dirección de viaje A es de 896, 890 y 911 vehículos/hora, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente. En la dirección de viaje B es 780, 779 y 804 vehículos/hora, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente. Así mismo el volumen correspondiente al periodo de 15 minutos de máxima demanda (Q15 máx.) en el sentido de viaje A para el segmento 1 es de 260 vehículos, para el segmento 2 es de 254 vehículos y para el segmento 3 es de 264 vehículos, y para el sentido de viaje B para el segmento 1 es 227 vehículos, para el segmento 2 es de 223 vehículos y para el segmento 3 es de 237 vehículos.

La hora de máxima demanda de los segmentos es variable:

- Para la dirección de viaje “A” la hora de máxima demanda del segmento 1 se presenta desde las 7 p.m. hasta las 8 pm., para el segmento 2 se presenta desde las 7:00 p.m. hasta las 8:00 p.m., para el segmento 3 se presenta desde las 7 p.m. hasta las 8 pm.
 - Para la dirección de viaje “B” la hora de máxima demanda para el segmento 1 se presenta desde las 6:45 p.m. hasta las 7:45 p.m., para el segmento 2 la hora de máxima demanda se presenta desde las 6:15 p.m. hasta las 7:15 pm, y para el segmento 3 se presenta desde las 7:00 p.m. hasta las 8:00 p.m.
 - El día de la máxima demanda del tramo analizado fue el Sabado 25 de marzo del 2023.
- La velocidad de flujo libre base en la dirección de viaje A es 31.27, 31.48 y 31.45 km/h, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente. En la dirección de viaje B tal velocidad es 31.24, 31.49 y 31.45 km/h, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente.
- La velocidad de viaje en la dirección de viaje A es 27.57, 27.68 y 27.80 km/h, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente. En la dirección de viaje B tal velocidad es 27.56, 27.68 y 27.79 km/h, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente.
- Las demoras en el Tiempo de movimiento en la dirección de viaje A es 11.70, 9.57 y 15.00 s/veh, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente. En la dirección de viaje B la demora directa es 14.55, 9.39, 22.30 y 11.91 s/veh, para los segmentos 1, 2 y 3 respectivamente.
- El tramo está conformado por tres (03) segmentos y dos (02) direcciones llamadas dirección A y B, según el análisis realizado se concluyó que nivel de servicio del segmento 1, 2 y 3 es constante con un nivel de servicio **D**, para ambas direcciones según la tabla 51.

- Una alternativa de solución de acuerdo a los resultados obtenidos es la concientización de la población y señalización de la vía en cada uno de los segmentos analizados, así mismo las autoridades locales deben realizar la construcción de áreas donde funcionen como parqueo y restringir el estacionamiento de vehículos menores en la vía. En el inicio del segmento 1 y en el final del segmento 3 se debe cambiar los semáforos existentes a semáforos con lectura de tiempo. También en los procesos constructivos de sus viviendas deben retirar inmediatamente los materiales como agregados dicho problema hace reducir el ancho de la calzada de la vía generando congestión vehicular.

Recomendaciones:

Se recomienda a las entidades a elaborar su capacidad y nivel de servicio a todas las vías urbanas y así dar un mejor servicio en cada ciudad y haiga más información de nuestra realidad por que la mayor parte nos basamos a informaciones de manuales norteamericanos.

Para la recolección de datos de campo se debe contar con medidas de seguridad y equipos ya sea para el levantamiento topográfico o para el estudio de tráfico, se debe contar con EPPS.

Se recomienda que para las zonas urbanas el nivel de servicio según el Manual de Capacidad de Carreteras trabajar con velocidades promedios de recorrido, teniendo en cuenta la hora de máxima demanda y la tasa de flujo en períodos de 15 minutos (Q15máx).

Se recomienda que se determinen factores de ajustes para la metodología HCM - 2010, para la capacidad vehicular debido al tránsito de mototaxis; pues la metodología no lo considera. Además, en ella se considera como vehículo con mayor participación al automóvil, y para la vía estudiada el vehículo con mayor participación es el Mototaxi; También los ajustes para el cálculo de nivel de servicio de las vías de Jaén, debido a las características de las zonas habilitadas para

el paso de peatones, pues la metodología HCM-2010 tuvo en cuenta zonas comunes para el paso de peatones en Estados Unidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRE ESCORZA, Mariana. Transporte Urbano: ¿Cómo resolver la movilidad en Lima y Callao? 1° Ed. Lima: Lana Málaga, 2016. 36p.

BAÑÓN, L y BEVIÁ, J. Manual de Carreteras: Elementos Proyecto. España: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A., 2000. 409p.

BULL, Alberto. La congestión de tránsito el problema y como solucionarlo. Santiago de Chile: CEPAL, 2003. 194p.

CÁRDENAS, J. y CAL Y MAYOR, R. Ingeniería de tránsito, Fundamentos y aplicaciones. 9° Ed. México: Alfaomega, 736p.

CARPIO, F., AVILÉS, J. y MORILLO, D., 2018. Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM. En: Maskana [En línea] [Consulta: Mayo del 2021].

CHÁVEZ, Víctor. Manual de Diseño Geométrico de vías Urbanas. 2° ED. Lima: ICG y VCHI S.A, 2005. 138p.

CORNELIO MUÑOZ, Jefferson R., 2018. Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada de las Av. Próceres y Av. Minero del Distrito de Yanacancha – Pasco – 2018 [En línea]. Tesis profesional. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión [Consulta: Mayo del 2021].

CUNHA, C et al. Transporte y desarrollo en América latina. 2°Ed. Colombia: Despacio.org, 2018. 134p.

DEXTRE, J. Y AVELLANEDA, P. Movilidad en zonas urbanas. 1° Ed. Lima: Fondo Editorial PUCP, 2014. 229p.

ESTELA VELÁSQUEZ, Nobel Dereck, 2018. Nivel de serviciabilidad y características del flujo vehicular del tramo de la vía de la Av. Atahualpa comprendida entre las intersecciones del Jr. Sucre y Av. Vía de evitamiento Sur de la ciudad de Cajamarca [En línea]. Tesis profesional. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. [Consulta: Mayo del 2021].

FERNÁNDEZ, Rodrigo. Elementos de la Teoría del tráfico vehicular. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010. 227p.

GARCÍA MÁRQUEZ, Fernando. Curso básico de topografía. 3° Ed. México: Árbol Editorial, 1994.

GUZMAN CARRASCO, Jhon Alex, 2020. Análisis técnico y social de la construcción del bypass Venezuela – universitaria [En línea]. Tesis profesional. Lima: Pontificia universidad católica del Perú [Consulta: Mayo del 2021].

HERNÁNDEZ VALENCIA, Leopoldo. Manual de operación de la estación total. México: Universidad Autónoma de Chiapas, 2011

LLANOS RIMARACHÍN, Jhonatan, 2018. Análisis del nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas con mayor afluencia de la av. Hoyos rubio [En línea]. Tesis profesional. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. [Consulta: Mayo del 2021].

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Reglamento nacional de tránsito. Lima, Perú, 2009.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018. Lima, Perú, 2018.

SALAZAR SOLANO, Cesar J., 2018. Análisis por micro simulación de la intersección entre la av. Brasil y el jr. General borgoño empleando vissim 8. [En línea]. Tesis profesional. Lima: Pontificia universidad católica del Perú [Consulta: Junio del 2021].

TORRES TAFUR, José Benjamín. Topografía. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2009.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Highway Capacity Manual 2010. 5° Ed. Washington D.C: TRB, 2010.

ULLOA JARAMILLO, Álvaro Gustavo. Análisis de capacidad y nivel de servicio de la vía Balosa (voluntad de dios-el eje vial e25)-Metodología hcm2000 ,2019. [En línea]. Tesis profesional. Machala: Universidad Nacional de Machala. [Consulta: Junio del 2021].

ZIAD, T. et al, 2020. Análisis del congestionamiento Vehicular para el mejoramiento de vía Principal en Guayaquil-ecuador. En: Redalyc [En línea] [Consulta: Junio del 2021].

APÉNDICE

Apéndice N°1: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 27:

Levantamiento topográfico con Estación Total a toda la longitud de estudio en la Av. Mariscal Castilla.

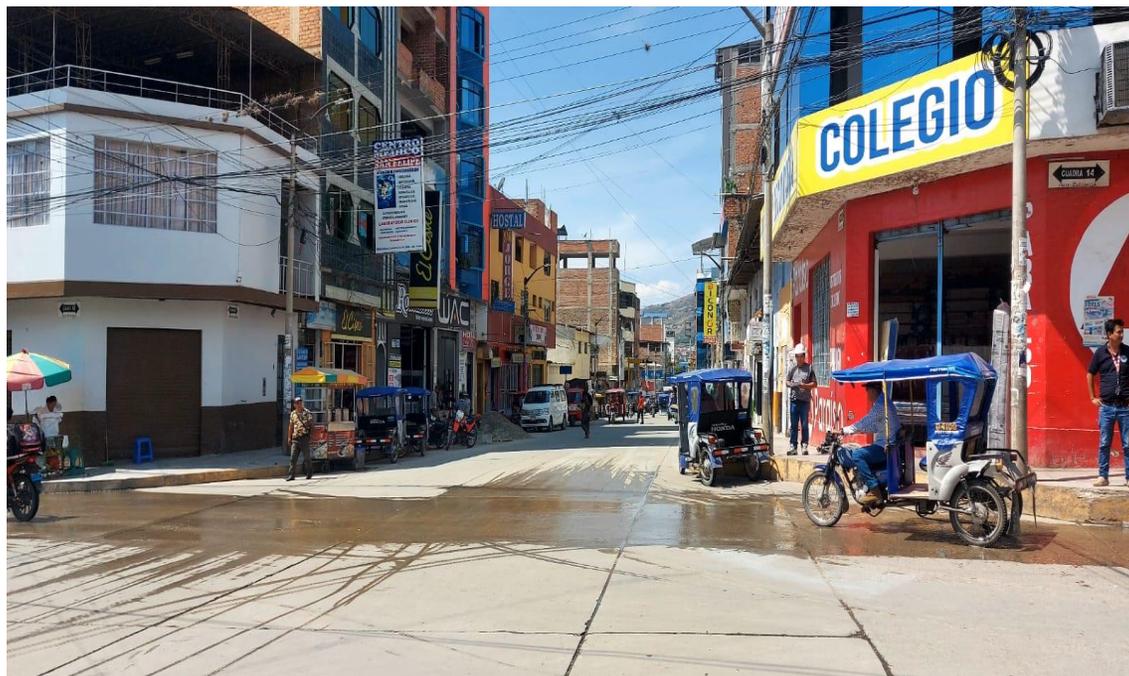


SEGMENTO 01:**Figura 29:**

Inicio del segmento 1 con la intersección desde la Calle Huamantanga.

**Figura 28:**

Fin del segmento 1 con la intersección de la Calle Zarumilla



SEGMENTO 02:**Figura 31:**

Inicio del segmento 2 con la intersección de la Calle Zarumilla

**Figura 30:**

Fin del segmento 3 con la intersección de la Calle Zarumilla

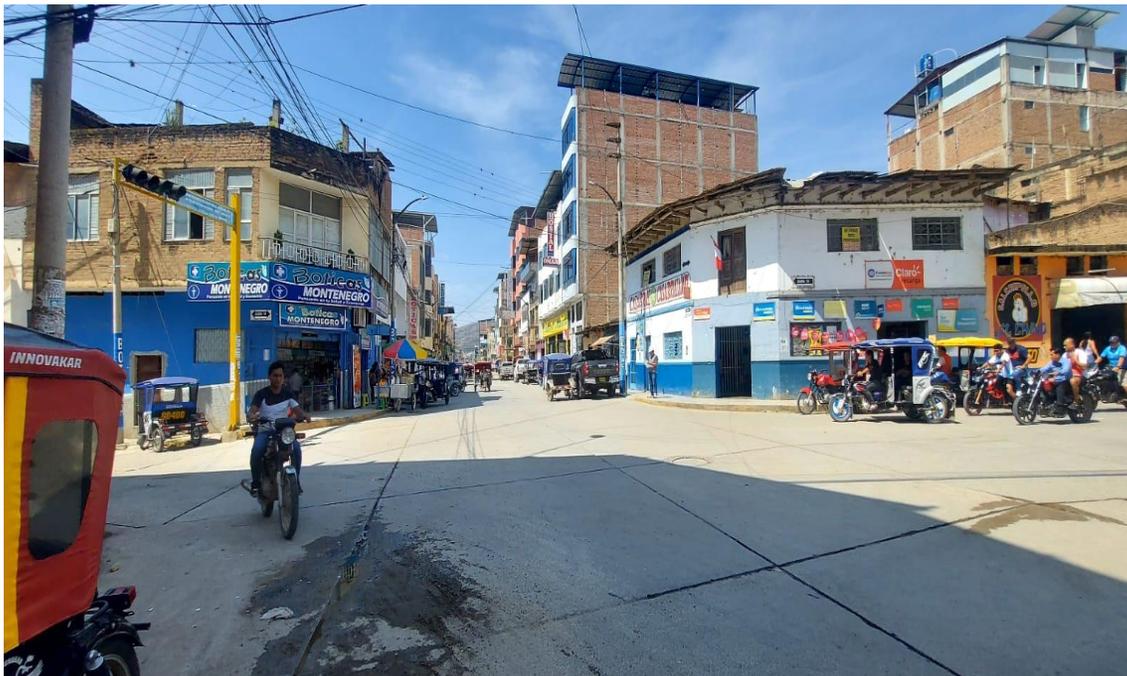


SEGMENTO 03:**Figura 32:**

Inicia del segmento 3 con la intersección de la Calle Raimondi

**Figura 33:**

Fin del segmento 3 con la intersección de la Calle Iquitos



INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS

Figura 35:

En la Calle Zarumilla entre el segmento 01 y 02 Se encuentra el colegio Privado Salazar Bondi.



Figura 34:

Institución Educativa Primario RAMON CASTILLA en el segmento 01

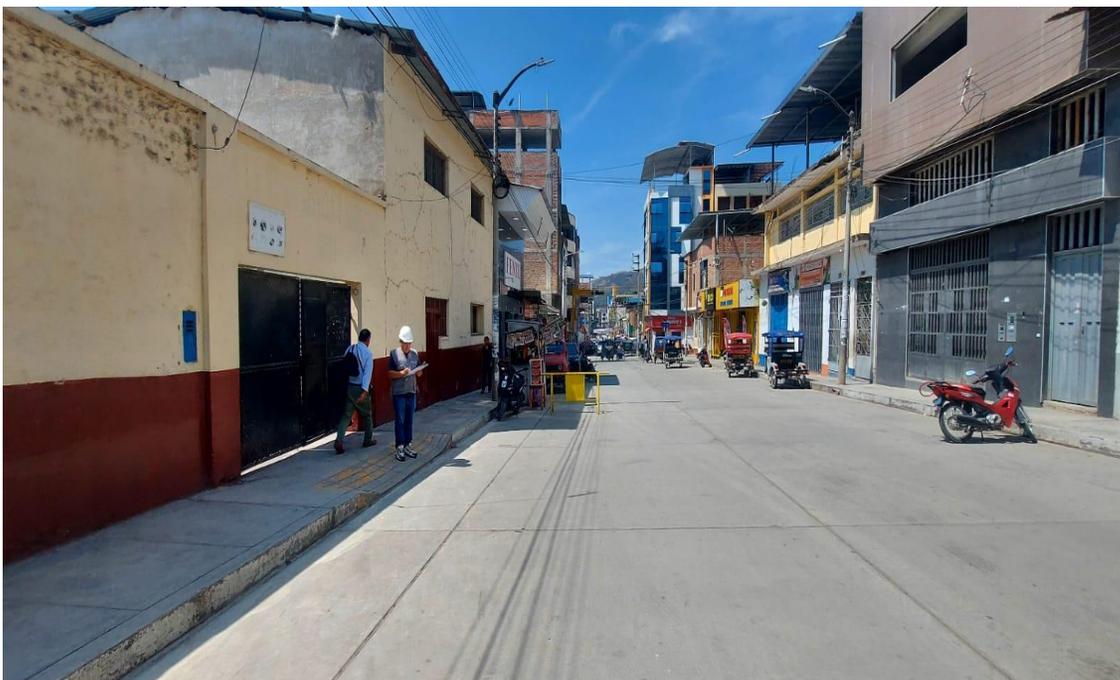
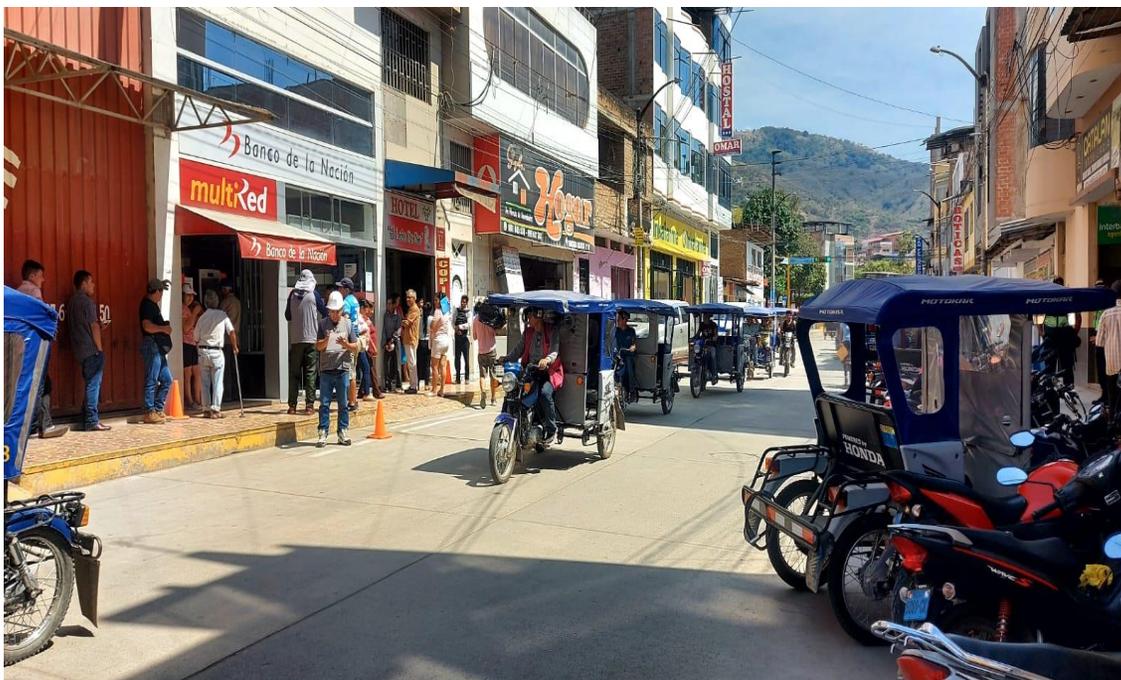


Figura 36:

En el Segmento 03 se encuentra el Banco de la Nación.



Apéndice N°2: PUNTOS TOPOGRÁFICOS.

Tabla 52:

Puntos Topográficos de la Av. Mariscal Castilla entre la intersección de la calle Huamantanga con la calle Iquitos

PUNTOS	COORDENADAS UTM WGS 84, ZONA 17M			DESCRIPCION
	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m)	
ESTACION 01	742677.497	9368719.38	737.06	ESQUINA
P1	742691.21	9368678.51	736.43	CALLE
P2	742702.397	9368682.66	736.36	CALLE
P3	742695.218	9368707.68	736.62	ESQUINA

P4	742788.654	9368736.51	733.43	CALLE
P5	742774.687	9368745.08	733.67	CALLE
P6	742693.544	9368720.88	736.81	ESQUINA
P7	742690.773	9368722.66	736.82	ESQUINA
P8	742675.494	9368722.18	737.06	ESQUINA
P9	742673.64	9368719.13	737.07	ESQUINA
P10	742654.546	9368715.12	739.69	CALLE
P11	742656.325	9368704.87	739.58	CALLE
P12	742679.308	9368708.86	736.95	ESQUINA
P13	742682.6	9368707.05	736.91	ESQUINA
ESTACION 02	742660.527	9368830.4	739.8	ESQUINA
P14	742708.295	9368834.85	737.21	CALLE
P15	742716.277	9368823.49	737.38	CALLE
P16	742662.467	9368819.89	739.8	ESQUINA
P17	742646.823	9368816.12	740.02	ESQUINA
P18	742643.516	9368818.55	740.05	ESQUINA
P19	742609.941	9368816.32	741.96	CALLE
P20	742606.379	9368827.54	742.01	CALLE
P21	742642.655	9368830.53	739.96	ESQUINA
P22	742660.611	9368831.68	739.81	ESQUINA
P23	742658.16	9368833.47	739.81	ESQUINA
ESTACION 03	742612.629	9368927.93	738.87	ESQUINA
P24	742610.895	9368930.69	738.86	ESQUINA
P25	742609.479	9368928.57	738.88	ESQUINA

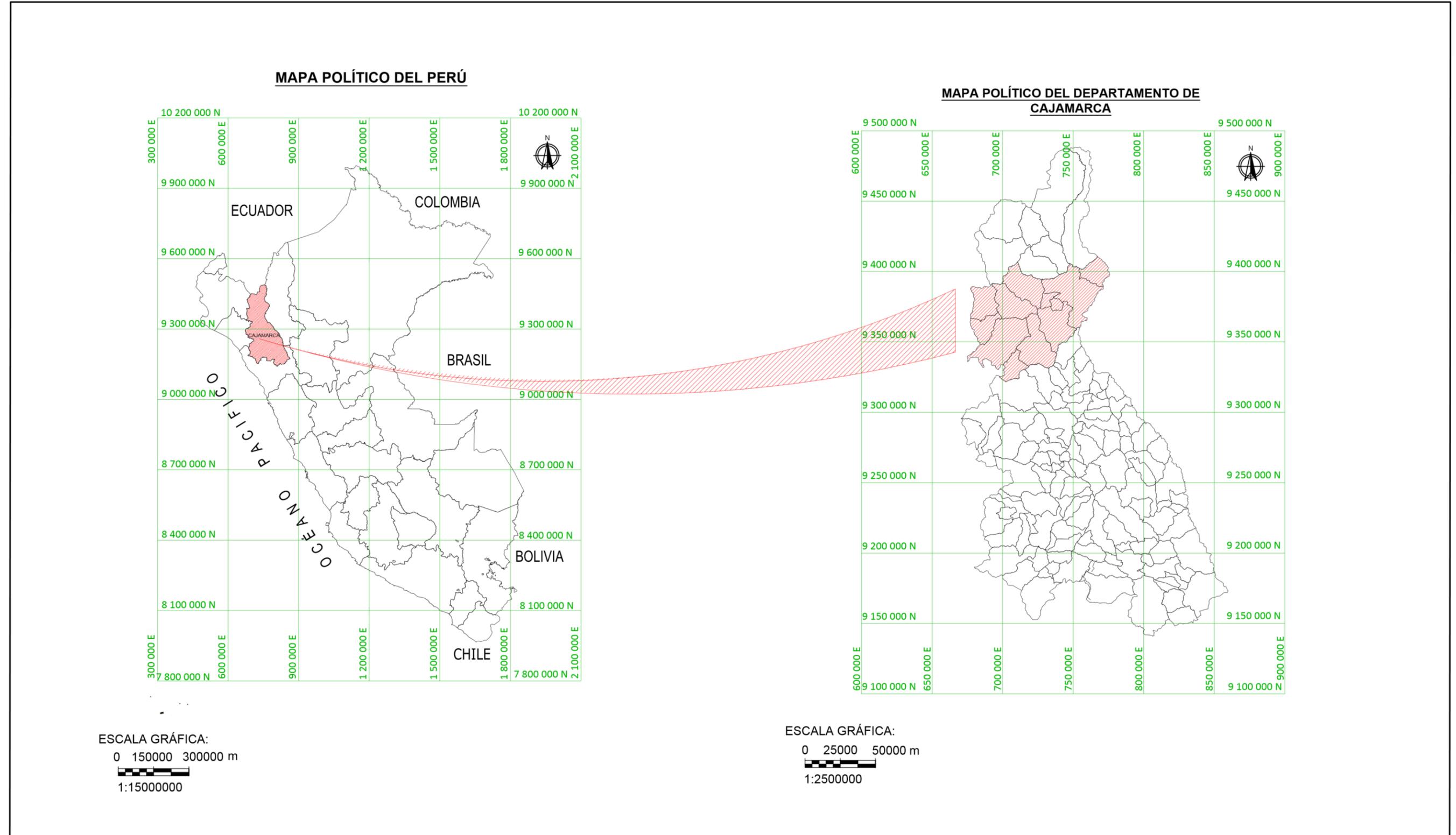
P26	742574.495	9368927.92	740.56	CALLE
P27	742582.685	9368916.4	740.53	CALLE
P28	742613.315	9368916.97	738.8	ESQUINA
P29	742616.091	9368914.7	738.78	ESQUINA
P30	742632.559	9368914.1	738.69	ESQUINA
P31	742634.893	9368917.26	738.69	ESQUINA
P32	742686.843	9368918.61	737.24	CALLE
P33	742683.99	9368930.94	737.23	CALLE
P34	742626.744	9368928.79	738.82	ESQUINA
P35	742624.377	9368930.61	738.81	ESQUINA
ESTACION 04	742573.496	9369046.25	740.31	ESQUINA
P36	742572.343	9369049.89	740.31	Parque Grau
P37	742557.809	9369095.56	740.31	Parque Grau
P38	742556.273	9369096.11	740.27	Parque Grau
P39	742554.126	9369094.83	740.27	Parque Grau
P40	742546.377	9369048.53	740.27	Parque Grau
P41	742547.082	9369046.73	740.39	Parque Grau
P42	742549.004	9369045.89	740.39	Parque Grau
P43	742569.194	9369046.81	740.39	Parque Grau
P44	742574.888	9369034.41	740.3	ESQUINA
P45	742577.782	9369032.37	740.29	ESQUINA
P46	742592.337	9369033.42	740.25	ESQUINA
P47	742593.683	9369036.05	740.25	ESQUINA
P48	742616.377	9369037.12	738.14	CALLE

P49	742612.796	9369048.08	738.16	CALLE
P50	742590.052	9369047.44	740.29	ESQUINA
P51	742587.042	9369050.27	740.29	ESQUINA
P52	742575.148	9369088.48	740.48	CALLE
P53	742573.172	9369109.13	740.51	CALLE
P54	742547.979	9369111.33	739.98	CALLE
P55	742536.589	9369047.17	740.17	ESQUINA
P56	742534.287	9369045.37	740.19	ESQUINA
P57	742522.413	9369044.91	741.83	CALLE
P58	742516.411	9369032.64	741.75	CALLE

Apéndice N°3: PLANOS DEL AREA ANALIZADA DE LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA.

Figura 37:

Plano de Ubicación de la Av. Mariscal Castilla.



ESCALA GRÁFICA:
0 150000 300000 m
1:15000000

ESCALA GRÁFICA:
0 25000 50000 m
1:2500000

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>TESIS: ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA DE LA DE LA CIUDAD DE JAÉN- CAJAMARCA.</p>	<p>ASESOR: M en T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA</p>	<p>PLANO: UBICACIÓN</p>	<p>LAMINA N° U-01</p>
		<p>TESISTA: Bach. JHON LARY FACUNDO ALTAMIRANO</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: NOVIEMBRE 2023</p>	

Figura 38:

Plano de Ubicación de la Av. Mariscal Castilla.

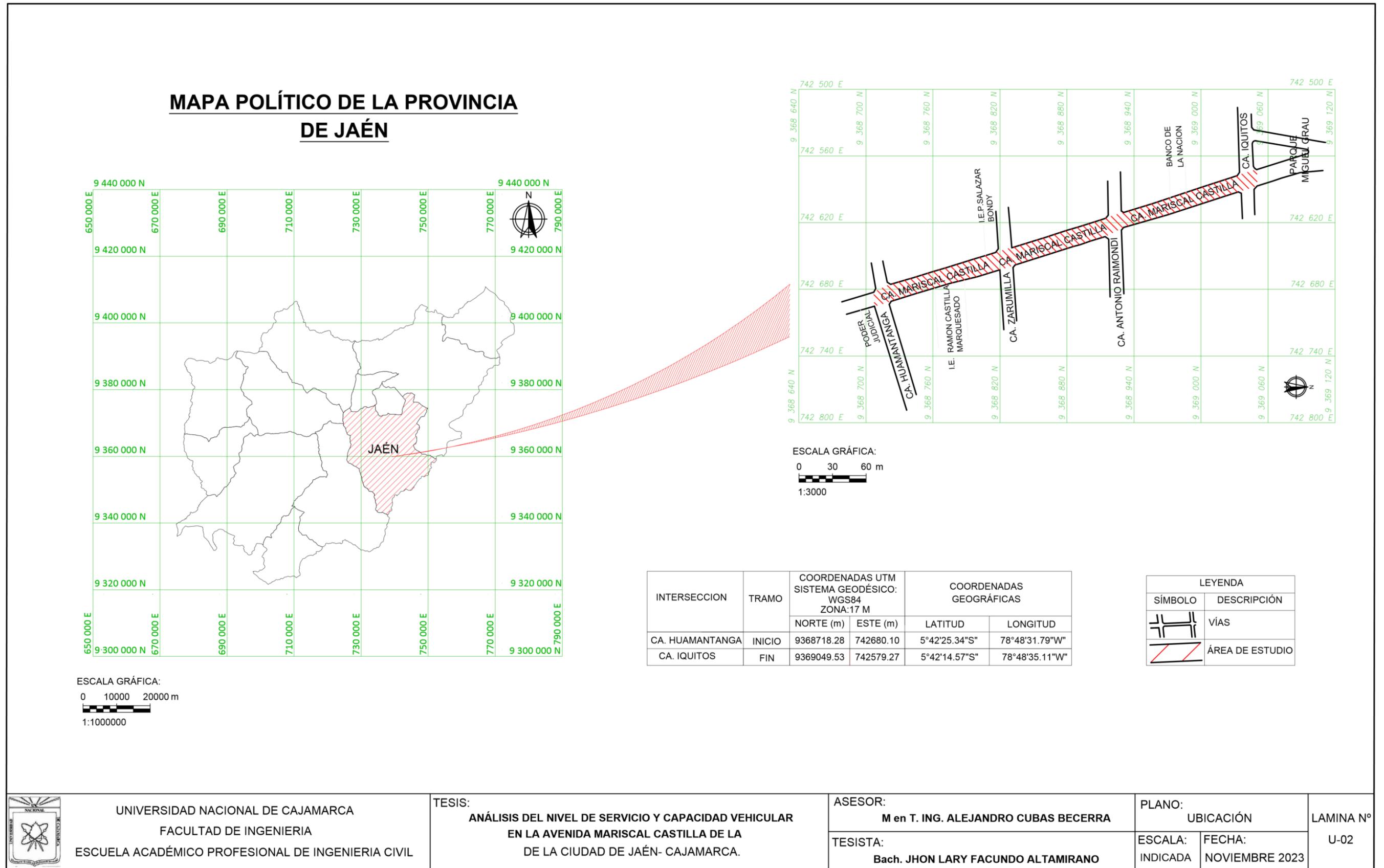
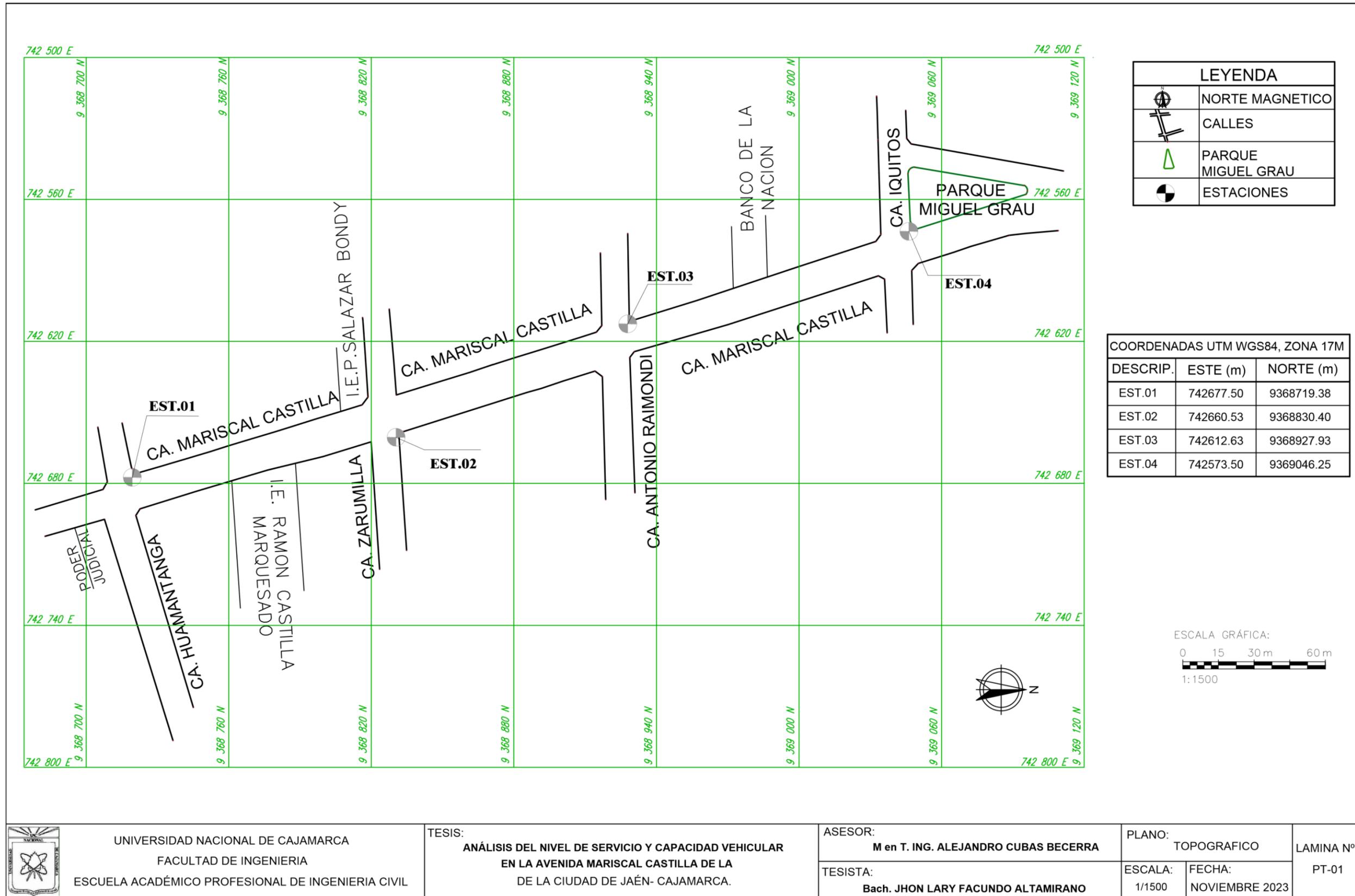


Figura 39:
Plano Topográfico de la Av. Mariscal Castilla.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
**ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR
EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA DE LA
DE LA CIUDAD DE JAÉN- CAJAMARCA.**

ASESOR:
M en T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

TESISTA:
Bach. JHON LARY FACUNDO ALTAMIRANO

PLANO:
TOPOGRAFICO

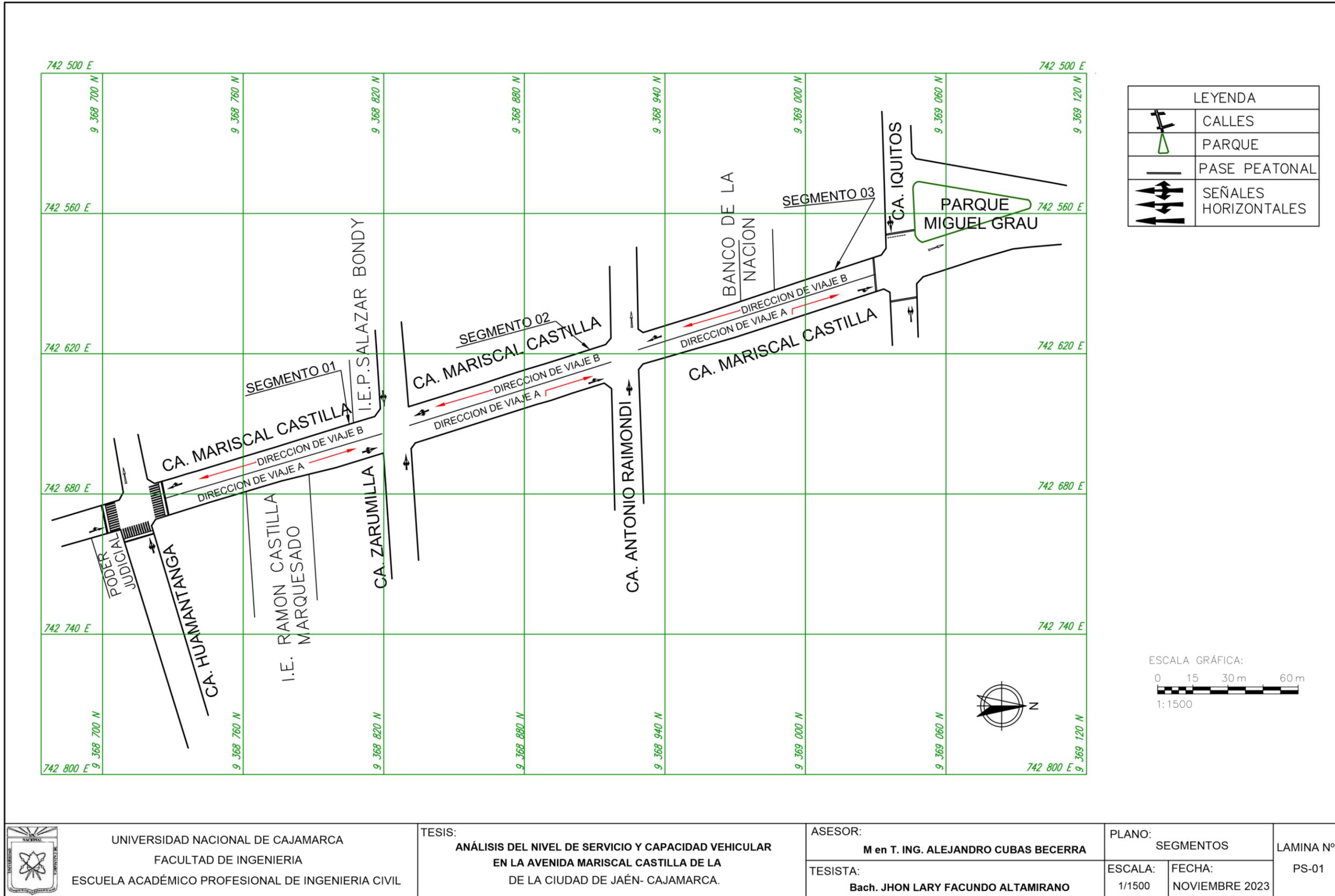
ESCALA:
1/1500

FECHA:
NOVIEMBRE 2023

LAMINA N°
PT-01

Figura 40:

Plano de planta general de los Segmento 01- 02 -03 de la muestra estudiada con sus respectivos sentido de flujo vehicular de la Av. Mariscal Castilla.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
**ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR
 EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA DE LA
 DE LA CIUDAD DE JAÉN- CAJAMARCA.**

ASESOR:
M en T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA
 TESISTA:
Bach. JHON LARY FACUNDO ALTAMIRANO

PLANO:
 SEGMENTOS
 ESCALA:
 1/1500
 FECHA:
 NOVIEMBRE 2023

LAMINA N°
 PS-01

ANEXO 02.-FORMATO PARA EL CONTEO VEHICULAR Q15máx

Tabla 53:

En Dirección A Del Segmento 01 Del Sabado 25 Marzo Del 2023

Hora	Turno	Sentido →	VEHICULOS LIGEROS							CAMION			TOTAL
			Moto Lineal	Mototaxi	Cargue ra	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		2 E	3 E	4 E	
								PICK UP	RURAL Combi				
7:00-7:15	a.m	A	54	71		6	1	4	2				138
7:15-7:30	a.m	A	99	129		2	3	4	1	1			239
7:30-7:45	a.m	A	60	77	1	4		2		1			145
7:45-8:00	a.m	A	70	92	2	1	2						167
8:00-8:15	a.m	A	91	118	2	3	5	6	2				227
8:15-8:30	a.m	A	78	100			3	2					183
8:30-8:45	a.m	A	53	67		6		4					130
8:45-9:00	a.m	A	40	51		2							93
9:00-9:15	a.m	A	51	63	3		3	2	1				123
9:15-9:30	a.m	A	53	65			1	5	1				125
9:30-9:45	a.m	A	57	72		5		3					137
9:45-10:00	a.m	A	69	85		1							155
10:00-10:15	a.m	A	43	53		2		2	1	1			102
10:15-10:30	a.m	A	45	58	1	4		3					111
10:30-10:45	a.m	A	49	63	1	2	1	1		1			118
10:45-11:00	a.m	A	58	77						1			136
11:00-11:15	a.m	A	51	55		1	5	7					119
11:15-11:30	a.m	A	69	73	2	2	2		2				150
11:30-11:45	a.m	A	74	80	1	3	4	3					165
11:45-12:00	a.m	A	103	111			2	2					218
12:00-12:15	p.m	A	107	110	1	3	7	5	1	1		1	236
12:15-12:30	p.m	A	91	104		4	6	7					212
12:30-12:45	p.m	A	83	79	1	6		1					170
12:45-1:00	p.m	A	77	69			4	3	1				154
1:00-1:15	p.m	A	83	113		3	1	6					206
1:15-1:30	p.m	A	78	107		1	2	4	1				193
1:30-1:45	p.m	A	64	91	1	2		5		1			164
1:45-2:00	p.m	A	54	75	3		3	1					136
2:00-2:15	p.m	A	60	76		2	2	1	1				142
2:15-2:30	p.m	A	56	71			1	1					129
2:30-2:45	p.m	A	46	58		3	4						111
2:45-3:00	p.m	A	38	50				3					91
3:00-3:15	p.m	A	45	61		3	2	3					114
3:15-3:30	p.m	A	50	57	1		4	3					115
3:30-3:45	p.m	A	41	54	1	1	1					1	99
3:45-4:00	p.m	A	44	59		4		2					109
4:00-4:15	p.m	A	64	65		2		1					132
4:15-4:30	p.m	A	72	73	1	3	1	3					153
4:30-4:45	p.m	A	56	59		1	1	4					121
4:45-5:00	p.m	A	65	67		3		1	1				137
5:00-5:15	p.m	A	76	69	1	3		3	1				153
5:15-5:30	p.m	A	86	77		4		4		1			172
5:30-5:45	p.m	A	67	61	1	2	1	2	2				136
5:45-5:00	p.m	A	79	71	1	6		3	1			1	162
6:00-6:15	p.m	A	85	67		2	3		1				158
6:15-6:30	p.m	A	94	77		3	6	4		1			185
6:30-6:45	p.m	A	111	91		1	4	5	1				213
6:45-7:00	p.m	A	123	101		4	1	2	3				234
7:00-7:15	p.m	A	92	77		3	2	11					185
7:15-7:30	p.m	A	104	88	2	2	5	3					204
7:30-7:45	p.m	A	126	104		8	4	5					247
7:45-8:00	p.m	A	140	115		1	2	2					260
TOTAL			3724	4056	27	124	99	148	24	8	1	3	8214

Tabla 54:

En Dirección B Del Segmento 1 Sabado 25 Marzo Del 2023

Hora	Turno	Sentido ←	VEHICULOS LIGEROS							CAMION			TOTAL
			Moto Lineal	Mototaxi	Cargue ra	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		2 E	3 E	4 E	
													
7:00-7:15	a.m	B	65	86		2	2	2	3				160
7:15-7:30	a.m	B	83	128		3	3	1	1				219
7:30-7:45	a.m	B	57	74		4		3		1			139
7:45-8:00	a.m	B	69	96			2	1	1				169
8:00-8:15	a.m	B	78	104	1	3	2	3					191
8:15-8:30	a.m	B	75	97			3	1	1		1		178
8:30-8:45	a.m	B	58	66	2	3	1	1	2			1	134
8:45-9:00	a.m	B	42	62		2		4					110
9:00-9:15	a.m	B	45	59	1		1	4					110
9:15-9:30	a.m	B	47	62			1	1					111
9:30-9:45	a.m	B	51	67	1	2		3					124
9:45-10:00	a.m	B	61	81		1	1						144
10:00-10:15	a.m	B	39	52			4		1	1			97
10:15-10:30	a.m	B	40	55		3		2					100
10:30-10:45	a.m	B	44	59	1	2	1	1					108
10:45-11:00	a.m	B	53	71		5		2					131
11:00-11:15	a.m	B	50	54	1	2	2	4	3				116
11:15-11:30	a.m	B	66	68	2	2			2				140
11:30-11:45	a.m	B	76	74	1	3	4	4					162
11:45-12:00	a.m	B	97	99			3	2	1				202
12:00-12:15	p.m	B	100	98		4		7		1			210
12:15-12:30	p.m	B	93	92		1	6		3				195
12:30-12:45	p.m	B	76	75	1	3			1				156
12:45-1:00	p.m	B	67	63		3	6						139
1:00-1:15	p.m	B	71	104	2			1					178
1:15-1:30	p.m	B	66	98		7	2		1				174
1:30-1:45	p.m	B	54	81	1		3	2					141
1:45-2:00	p.m	B	46	66			3	6			1		122
2:00-2:15	p.m	B	62	70	1		4						137
2:15-2:30	p.m	B	58	65		1	1	1					126
2:30-2:45	p.m	B	49	53		3	3						108
2:45-3:00	p.m	B	40	44				1	1				86
3:00-3:15	p.m	B	42	48		3	1						94
3:15-3:30	p.m	B	48	55			2	3		1			109
3:30-3:45	p.m	B	38	43	3	1	1	3					89
3:45-4:00	p.m	B	43	49		2		2					96
4:00-4:15	p.m	B	57	65		1	2						125
4:15-4:30	p.m	B	66	72		3	1	3	1				146
4:30-4:45	p.m	B	52	57			1	4					114
4:45-5:00	p.m	B	61	65		3	4	1	1				135
5:00-5:15	p.m	B	70	68		4	1	2					145
5:15-5:30	p.m	B	81	79		1		4	2				167
5:30-5:45	p.m	B	64	61	1	6	1	2	2				137
5:45-5:00	p.m	B	74	73	1	2		3	1				154
6:00-6:15	p.m	B	81	65	3		3	5	2				159
6:15-6:30	p.m	B	92	74		3		6		1	1		177
6:30-6:45	p.m	B	108	87	3		3	1	1				203
6:45-7:00	p.m	B	120	97		4		3	3				227
7:00-7:15	p.m	B	83	73		2	8	6					172
7:15-7:30	p.m	B	81	84	2	2	1	3					173
7:30-7:45	p.m	B	102	97		4		5					208
7:45-8:00	p.m	B	109	107	2	1	2	3					224
TOTAL			3450	3842	30	101	89	116	34	5	3	1	7671

Tabla 55:

En Dirección A Del Segmento 02 Del Sabado 25 Marzo Del 2023

Hora	Turno	Sentido →	VEHICULOS LIGEROS							CAMION			TOTAL
			Moto Lineal	Mototaxi	Cargue ra	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		2 E	3 E	4 E	
													
7:00-7:15	a.m	A	57	74	3	5	2	4		1			146
7:15-7:30	a.m	A	100	129		2	3	2					236
7:30-7:45	a.m	A	54	76	1	4	2			1			138
7:45-8:00	a.m	A	74	91		3		5	3				176
8:00-8:15	a.m	A	90	116			2	4	2				214
8:15-8:30	a.m	A	77	100	1	3	3	3					187
8:30-8:45	a.m	A	52	66		6	4	5					133
8:45-9:00	a.m	A	39	50	1	2		1					93
9:00-9:15	a.m	A	49	61	2	3	1	4	1				121
9:15-9:30	a.m	A	52	66		2	2	4	1				127
9:30-9:45	a.m	A	56	70	1		2	2					131
9:45-10:00	a.m	A	68	84		1		1					154
10:00-10:15	a.m	A	42	54		3		5		1			105
10:15-10:30	a.m	A	45	58			1	1					105
10:30-10:45	a.m	A	48	61		1		1	1				112
10:45-11:00	a.m	A	58	74	2	3			1	1			139
11:00-11:15	a.m	A	58	57	2	3	4	3					127
11:15-11:30	a.m	A	67	74			2	4					147
11:30-11:45	a.m	A	75	82	1	4	2		1				165
11:45-12:00	a.m	A	92	101		1	5	4	1				204
12:00-12:15	p.m	A	104	99		5	6	2		1			217
12:15-12:30	p.m	A	100	105	1	3	4	5	1				219
12:30-12:45	p.m	A	83	81	1	4	5	7	1			1	183
12:45-1:00	p.m	A	73	77		1	2	2					155
1:00-1:15	p.m	A	81	105	1	3		6					196
1:15-1:30	p.m	A	78	104	2	1	5	5					195
1:30-1:45	p.m	A	62	89	1		2	1	1				156
1:45-2:00	p.m	A	58	85		4	3	3		1			154
2:00-2:15	p.m	A	59	72	1	5	4	3	1				145
2:15-2:30	p.m	A	55	68			1	1					125
2:30-2:45	p.m	A	47	57		3	4						111
2:45-3:00	p.m	A	41	55				3					99
3:00-3:15	p.m	A	41	57	1	2	1	5	1				108
3:15-3:30	p.m	A	44	61			4	1				1	111
3:30-3:45	p.m	A	42	52		2	3		1				100
3:45-4:00	p.m	A	49	57	1			3					110
4:00-4:15	p.m	A	65	63		2	2	2					134
4:15-4:30	p.m	A	71	72	2	3	5	2					155
4:30-4:45	p.m	A	57	61		2		6					126
4:45-5:00	p.m	A	61	67		1	2	1	2				134
5:00-5:15	p.m	A	78	67		3		2				1	151
5:15-5:30	p.m	A	82	73		3	2	8	1				169
5:30-5:45	p.m	A	71	62	2	6		3					144
5:45-5:00	p.m	A	74	73				1	1		1		150
6:00-6:15	p.m	A	85	67	1	1	3	5	1				163
6:15-6:30	p.m	A	94	77		3	7	4	3				188
6:30-6:45	p.m	A	111	91	1	3	1	3	1	1			212
6:45-7:00	p.m	A	120	96		2	3						221
7:00-7:15	p.m	A	102	82	1	3	7	8					203
7:15-7:30	p.m	A	109	87		6		5					207
7:30-7:45	p.m	A	118	99		4	1	3	1				226
7:45-8:00	p.m	A	130	113		2	3	6					254
TOTAL			3698	4018	30	123	115	159	27	7	1	3	8181

Tabla 56:

En Dirección B Del Segmento 02 Del Sabado 25 Marzo Del 2023

Hora	Turno	Sentido ←	VEHICULOS LIGEROS							CAMION			TOTAL
			Moto Lineal	Mototaxi	Cargue ra	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		2 E	3 E	4 E	
													
7:00-7:15	a.m	B	56	92		3	1	4	1				157
7:15-7:30	a.m	B	96	119		2		1	3				221
7:30-7:45	a.m	B	55	77			2	1		1			136
7:45-8:00	a.m	B	69	97		3	2	1	2				174
8:00-8:15	a.m	B	83	104	1	1	1	4			1		195
8:15-8:30	a.m	B	75	97			2		1			1	176
8:30-8:45	a.m	B	50	66		4	2	1					123
8:45-9:00	a.m	B	43	59		2	1	2					107
9:00-9:15	a.m	B	44	58			1	2					105
9:15-9:30	a.m	B	47	60		3		3					113
9:30-9:45	a.m	B	50	66		1	1	1					119
9:45-10:00	a.m	B	60	80	1		1						142
10:00-10:15	a.m	B	37	51		1		1					90
10:15-10:30	a.m	B	39	53	1	6	3						102
10:30-10:45	a.m	B	43	58		1	3		1				106
10:45-11:00	a.m	B	54	71		3		3		1			132
11:00-11:15	a.m	B	54	50			3	4	1				112
11:15-11:30	a.m	B	66	67	1	3	2		1				140
11:30-11:45	a.m	B	72	74	1	1	4	1	3				156
11:45-12:00	a.m	B	96	99		2		4					201
12:00-12:15	p.m	B	100	98		4	3	1	2				208
12:15-12:30	p.m	B	93	92				6					191
12:30-12:45	p.m	B	76	75	1	6	3		2	1			164
12:45-1:00	p.m	B	62	63		1	6						132
1:00-1:15	p.m	B	70	104	1	2	1	3					181
1:15-1:30	p.m	B	66	94		2		2			1		165
1:30-1:45	p.m	B	54	81			4	3					142
1:45-2:00	p.m	B	47	66		2	1		1				117
2:00-2:15	p.m	B	62	69		2	4						137
2:15-2:30	p.m	B	57	65			3		3				128
2:30-2:45	p.m	B	47	53	1	4		2					107
2:45-3:00	p.m	B	39	44			1						84
3:00-3:15	p.m	B	45	44	1	3	2	1					96
3:15-3:30	p.m	B	45	50			3	1					99
3:30-3:45	p.m	B	37	42		3		2					84
3:45-4:00	p.m	B	41	56		3			1				101
4:00-4:15	p.m	B	58	67		2		4					131
4:15-4:30	p.m	B	65	71			5	2	1				144
4:30-4:45	p.m	B	51	56		4	1	1					113
4:45-5:00	p.m	B	58	61		1	1	1					122
5:00-5:15	p.m	B	75	68	1	4		1	2	1			152
5:15-5:30	p.m	B	80	76		3			1				160
5:30-5:45	p.m	B	63	63	1	3		4	1				135
5:45-5:00	p.m	B	69	72			2	5					148
6:00-6:15	p.m	B	80	65		2	5	4	1				157
6:15-6:30	p.m	B	92	74		4	1		1		1		173
6:30-6:45	p.m	B	112	87	3		2	4	1				209
6:45-7:00	p.m	B	116	97		3		6		1			223
7:00-7:15	p.m	B	88	74	1	5	1	5					174
7:15-7:30	p.m	B	77	80	1		1	2	1				162
7:30-7:45	p.m	B	100	95	2			5	1				203
7:45-8:00	p.m	B	111	108		2	6	5					232
TOTAL			3425	3808	18	101	85	103	32	5	3	1	7581

Tabla 57:

En Dirección A Del Segmento 03 Del Sabado 25 Marzo Del 2023

Hora	Turno	Sentido →	VEHICULOS LIGEROS							CAMION			TOTAL
			Moto Lineal	Mototaxi	Cargue ra	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		2 E	3 E	4 E	
								PICK UP	RURAL Combi				
7:00-7:15	a.m	A	73	85		1	3	4					166
7:15-7:30	a.m	A	86	118	1	4	3	3	1	2			218
7:30-7:45	a.m	A	63	77	1	3			2				146
7:45-8:00	a.m	A	72	99		4	1	4					180
8:00-8:15	a.m	A	83	115	1	7	2	5					213
8:15-8:30	a.m	A	76	106			1	2	2				187
8:30-8:45	a.m	A	62	69		2	3	4					140
8:45-9:00	a.m	A	52	57		2		2					113
9:00-9:15	a.m	A	53	65		3	2	4	1				128
9:15-9:30	a.m	A	56	68	2	1	1	2	1				131
9:30-9:45	a.m	A	60	74		4		3					141
9:45-10:00	a.m	A	71	88		1	3	6	1				170
10:00-10:15	a.m	A	45	57				3					105
10:15-10:30	a.m	A	47	60		4			1	1			113
10:30-10:45	a.m	A	51	65	1	4	2			1			124
10:45-11:00	a.m	A	62	79		1		4					146
11:00-11:15	a.m	A	65	66	1	2	5	4					143
11:15-11:30	a.m	A	71	77		2	2	5	1				158
11:30-11:45	a.m	A	77	83	1	5	5	3					174
11:45-12:00	a.m	A	94	103		1		2					200
12:00-12:15	p.m	A	108	104		4	4	8				1	229
12:15-12:30	p.m	A	102	99			5		2	1			209
12:30-12:45	p.m	A	82	86		5		4					177
12:45-1:00	p.m	A	76	83		1	3	3					166
1:00-1:15	p.m	A	87	119		3	2	9					220
1:15-1:30	p.m	A	81	111			2		1				195
1:30-1:45	p.m	A	66	87		4		3		1			161
1:45-2:00	p.m	A	55	79	2	4	3	4					147
2:00-2:15	p.m	A	63	80	1		2	5	1				152
2:15-2:30	p.m	A	59	74		7	2	1					143
2:30-2:45	p.m	A	48	61		2	4	2					117
2:45-3:00	p.m	A	41	51				4					96
3:00-3:15	p.m	A	48	60		4	2	4					118
3:15-3:30	p.m	A	53	67	1		3	2				1	127
3:30-3:45	p.m	A	42	53	1	2	1	3					102
3:45-4:00	p.m	A	48	61		3		2					114
4:00-4:15	p.m	A	67	68	1	4	2	1					143
4:15-4:30	p.m	A	75	76	1		1	3					156
4:30-4:45	p.m	A	59	60		2	1	4					126
4:45-5:00	p.m	A	66	70		4		5	1				146
5:00-5:15	p.m	A	80	72	1	2	3	4	2			1	165
5:15-5:30	p.m	A	89	79				1			1		170
5:30-5:45	p.m	A	70	63		5	1	5	1				145
5:45-5:00	p.m	A	79	74		4		2	1				160
6:00-6:15	p.m	A	83	69		6	3	5					166
6:15-6:30	p.m	A	98	81		3	6	3		1			192
6:30-6:45	p.m	A	115	93		2	3	5	1				219
6:45-7:00	p.m	A	127	104			2		2				235
7:00-7:15	p.m	A	94	81		2	6	4					187
7:15-7:30	p.m	A	113	90	1		1	8					213
7:30-7:45	p.m	A	126	106		5	4	6					247
7:45-8:00	p.m	A	139	118	1	3	1	2					264
TOTAL			3858	4190	18	132	100	172	22	7	1	3	8503

Tabla 58:

En Dirección B Del Segmento 03 Del Sabado 25 Marzo Del 2023

Hora	Turno	Sentido ←	VEHICULOS LIGEROS							CAMION			TOTAL
			Moto Lineal	Mototaxi	Cargue ra	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		2 E	3 E	4 E	
													
7:00-7:15	a.m	B	71	79		3		5					158
7:15-7:30	a.m	B	76	138			3	2					219
7:30-7:45	a.m	B	65	80		4	5	1	2				157
7:45-8:00	a.m	B	73	99		1		2		1			176
8:00-8:15	a.m	B	76	108	1		3		2		0		190
8:15-8:30	a.m	B	79	102		5	4	7					197
8:30-8:45	a.m	B	53	69	2	3			2			1	130
8:45-9:00	a.m	B	56	60		1	1	3					121
9:00-9:15	a.m	B	47	61			3	4					115
9:15-9:30	a.m	B	50	64		4		2					120
9:30-9:45	a.m	B	53	69	1	1							124
9:45-10:00	a.m	B	64	85			2	5					156
10:00-10:15	a.m	B	41	54	0		2	2					99
10:15-10:30	a.m	B	43	57		4			1	1			106
10:30-10:45	a.m	B	46	62			2	4					114
10:45-11:00	a.m	B	56	74		7		3					140
11:00-11:15	a.m	B	51	107			2	1	1				162
11:15-11:30	a.m	B	69	76	3		1		3				152
11:30-11:45	a.m	B	74	70		4	4	2					154
11:45-12:00	a.m	B	105	52		3	1	5					166
12:00-12:15	p.m	B	95	102	0		3	1					201
12:15-12:30	p.m	B	104	95		3	5	1		1			209
12:30-12:45	p.m	B	65	77		7			2				151
12:45-1:00	p.m	B	78	64		2	1	6					151
1:00-1:15	p.m	B	74	68			2	6			0		150
1:15-1:30	p.m	B	47	108	1		3	3	1				163
1:30-1:45	p.m	B	69	100	2	3	1						175
1:45-2:00	p.m	B	57	83		5	2	2					149
2:00-2:15	p.m	B	66	70		4		1					141
2:15-2:30	p.m	B	61	65		1	3	1					131
2:30-2:45	p.m	B	50	54		2	3		1				110
2:45-3:00	p.m	B	42	45	1			3					91
3:00-3:15	p.m	B	51	51		3	1		0				106
3:15-3:30	p.m	B	42	58		1	2	3					106
3:30-3:45	p.m	B	46	45	2	1		5					99
3:45-4:00	p.m	B	43	52		3		1					99
4:00-4:15	p.m	B	66	75			5	1	1				148
4:15-4:30	p.m	B	68	59		6		1					134
4:30-4:45	p.m	B	54	67		2	3						126
4:45-5:00	p.m	B	58	68			1	8					135
5:00-5:15	p.m	B	84	64	1	2		5					156
5:15-5:30	p.m	B	73	81	1		1	3	2	1			162
5:30-5:45	p.m	B	66	68	2	4		1					141
5:45-5:00	p.m	B	76	78		8			1				163
6:00-6:15	p.m	B	82	66		3	3	4		1			159
6:15-6:30	p.m	B	94	100		2	3		1		1		201
6:30-6:45	p.m	B	110	77	1	1	4	2					195
6:45-7:00	p.m	B	125	91		2		5					223
7:00-7:15	p.m	B	77	75	3		2	3					160
7:15-7:30	p.m	B	91	87		5	1	5	1				190
7:30-7:45	p.m	B	105	100	2	6	3	1					217
7:45-8:00	p.m	B	116	111		2		8					237
TOTAL			3583	3970	23	118	85	128	21	5	1	1	7935

Jhon Lary Facundo Altamirano

Bachiller en Ingeniería

DNI N°: 46585266

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Asesor