

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO
ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD
DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO
ESTACIONAMIENTO – 2023**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentada por:

NOBEL DERECK ESTELA VELÁSQUEZ

Asesor:

M.Cs. MARÍA SALOMÉ DE LA TORRE RAMÍREZ

Cajamarca, Perú

2024



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Nobel Dereck Estela Velásquez
DNI: 70196037
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias. Mención: Ingeniería Civil.
2. Asesora: M. Cs. María Salomé De La Torre Ramírez
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:

Capacidad y Nivel de Servicio de la Avenida el Maestro entre la Avenida Los Héroes y Jirón El Inca de la Ciudad de Cajamarca, por el Uso de Carriles como Estacionamiento – 2023
6. Fecha de evaluación: **07/01/2025**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **18%**
9. Código Documento: **3117:419535657**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **13/01/2025**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 INGENIERO CIVIL DNI: 26731541 M.Cs. María Salomé De La Torre Ramírez DNI: 26731541

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by
NOBEL DERECK ESTELA VELÁSQUEZ
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas, del día 17 de Diciembre de dos mil veinticuatro, reunidos en el Aula 1Q-107 de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS**, **M. EN I. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR**, **M. CS. SERGIO HUAMAN SANGAY**, y en calidad de Asesor el **M. CS. MARÍA SALOMÉ DE LA TORRE RAMÍREZ**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada “**CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO - 2023**”, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **NOBEL DERECK ESTELA VELÁSQUEZ**.


Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó ..APROBAR.. con la calificación de 10 (DIECISEIS) la mencionada Tesis; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **Nobel Dereck Estela Velásquez**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **Ingeniería**, con Mención en **Ingeniería Civil**.

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
M. Cs. María Salomé de la Torre Ramírez
Asesor


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
M. en I. José Benjamín Torres Tafur
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Sergio Huaman Sangay
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A:

*Mi familia, por ser mi sustento y guía en toda mi formación como
ser humano.*

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, mi familia y compañeros por apoyarme y darme ánimos para realizar esta investigación. En especial, quiero hacer mención a Dios y mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo.

También quiero agradecer a mi asesora la M. Cs. María Salomé De La Torre Ramírez, quien con sus conocimientos y apoyo me guiaron en la elaboración y presentación de esta investigación.

Por último, quiero agradecer a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca mención en Ingeniería Civil por dar los conocimientos científicos para llevar a cabo el proceso de investigación.

Muchas gracias a todos.

EPÍGRAFE

Una carretera es simplemente un plano inclinado, uno de los inventos más elementales del hombre; sin embargo, su aplicación a la superficie irregular de la tierra es un arte ampliamente desarrollado.

José Céspedes Abanto

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
EPÍGRAFE.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE CUADROS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS.....	xix
GLOSARIO.....	xxii
RESUMEN	xxv
ABSTRACT.....	xxvi
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.1.2. Descripción del problema.	3
1.1.3. Formulación del problema.....	6
1.2. Justificación	6
1.3. Delimitación de la investigación.....	7
1.4. Limitaciones.....	7
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo general.....	8
1.5.2. Objetivos específicos.	8
CAPÍTULO II	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	9
2.2. Bases teóricas.....	12
2.3. Marco conceptual.....	34
2.4. Definición de términos básicos.....	35
CAPÍTULO III.....	38
3. PLANTEAMIENTO DE LA(S) HIPÓTESIS Y VARIABLES	38
3.1. Hipótesis.....	38
3.2. Variables/categorías.....	38

3.3. Operacionalización/ categorización de los componentes de la hipótesis....	39
CAPÍTULO IV	40
4. MARCO METODOLÓGICO	40
4.1. Diseño de investigación.....	42
4.2. Método de investigación.	43
4.3. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación.	43
4.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	43
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.	44
4.6. Equipos, materiales, insumos, etc.	44
4.7. Matriz de consistencia metodológica.	46
CAPÍTULO V	47
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
5.1. Presentación de resultados.	47
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	79
5.3. Contrastación de hipótesis.....	80
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de servicio en modo automóvil para segmentos de calles urbanos.....	16
Tabla 2. Retraso debido al giro de vehículos hacia la derecha e izquierda.....	21
Tabla 3. Relación de Pelotón.....	29
Tabla 4. Unidades Vehiculares Equivalentes	33
Tabla 5. Longitud del subsegmento	47
Tabla 6. Ancho de intersección aguas arriba.....	48
Tabla 7. Longitud ajustada del subsegmento.....	48
Tabla 8. Longitud de mediana restrictiva.....	48
Tabla 9. Proporción del subsegmento con mediana restrictiva	48
Tabla 10. Longitud de bordillo a la derecha del subsegmento	49
Tabla 11. Proporción del subsegmento con bordillo a la derecha	49
Tabla 12. Número de puntos de acceso lado derecho	49
Tabla 13. Aforo semanal de bicicletas	52
Tabla 14. Aforo semanal de motos lineales.....	52
Tabla 15. Aforo semanal de mototaxis.....	52
Tabla 16. Aforo semanal de automóviles.....	53
Tabla 17. Aforo semanal de camionetas	53
Tabla 18. Aforo semanal de combis.....	53
Tabla 19. Aforo semanal de microbuses	54
Tabla 20. Aforo semanal de camiones	54
Tabla 21. Volumen vehicular semanal por tipo de vehículo	54
Tabla 22. Conversión a vehículo patrón.....	55
Tabla 23. Hora de máxima demanda por subsegmento	57
Tabla 24. Número de Carriles de cada subsegmento	58

Tabla 25. Retraso total por puntos de acceso por subsegmentos.....	58
Tabla 26. Velocidad límite por subsegmento	58
Tabla 27. Velocidad constante por subsegmento.....	59
Tabla 28. Densidad de puntos de acceso por subsegmento.....	59
Tabla 29. Factor de ajuste para la sección transversal por subsegmento	60
Tabla 30. Factor de ajuste por puntos de acceso por subsegmento	60
Tabla 31. Longitud del subsegmento que se utiliza como estacionamiento.....	60
Tabla 32. Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por subsegmento	61
Tabla 33. Factor de ajuste por estacionamiento por subsegmento	61
Tabla 34. Velocidad base de flujo libre.....	61
Tabla 35. Factor de ajuste de longitud por subsegmento	62
Tabla 36. Velocidad de flujo libre por subsegmento	62
Tabla 37. Factor de ajuste de proximidad por subsegmento	62
Tabla 38. Retraso debido a otras fuentes por subsegmento	63
Tabla 39. Tiempo de ejecución por subsegmento.....	63
Tabla 40. Ciclo semafórico por subsegmento	63
Tabla 41. Relación verde/ciclo/longitud efectiva por subsegmento	64
Tabla 42. Pelotón de Llegada en la Intersección Av. Los Héroes	64
Tabla 43. Pelotón de Llegada en la Intersección Jr. El Inca.....	64
Tabla 44. Ratio pelotón por subsegmento	65
Tabla 45. Proporción de llegada durante el tiempo de verde por subsegmento	65
Tabla 46. Velocidad de flujo de saturación de carriles por subsegmento	65
Tabla 47. Capacidad por subsegmento.....	65
Tabla 48. Relación volumen – capacidad por subsegmento.....	66
Tabla 49. Factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde por subsegmento	66

Tabla 50. Factor de ajuste de progresión por subsegmento	66
Tabla 51. Demora uniforme por subsegmento	67
Tabla 52. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba	67
Tabla 53. Factor de ajuste de filtrado aguas arriba por subsegmento	67
Tabla 54. Demora incremental por subsegmento	68
Tabla 55. Demora por control por subsegmento.....	68
Tabla 56. Tiempo de viaje por subsegmento.....	68
Tabla 57. Velocidad de viaje por subsegmento	69
Tabla 58. Nivel de servicio para el subsegmento 1	69
Tabla 59. Nivel de servicio para el subsegmento 2	70
Tabla 60. Nivel de servicio para el subsegmento 3	70
Tabla 61. Nivel de servicio para el subsegmento 4	70
Tabla 62. Nivel de servicio por subsegmento.....	70
Tabla 63. Número de Carriles de cada subsegmento en régimen libre.....	71
Tabla 64. Factor de ajuste por puntos de acceso por subsegmento en régimen libre	72
Tabla 65. Longitud del segmento que se utiliza como estacionamiento.....	72
Tabla 66. Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por subsegmento	72
Tabla 67. Velocidad de ajuste para estacionamiento por subsegmento	72
Tabla 68. Velocidad base de flujo libre en régimen libre	73
Tabla 69. Factor de ajuste de longitud por subsegmento en régimen libre	73
Tabla 70. Velocidad de flujo libre por subsegmento en régimen libre	73
Tabla 71. Factor de ajuste de proximidad por subsegmento en régimen libre	74
Tabla 72. Retraso debido a otras fuentes por subsegmento en régimen libre	74
Tabla 73. Tiempo de ejecución por subsegmento en régimen libre	74
Tabla 74. Capacidad por subsegmento en régimen libre	75

Tabla 75. Relación volumen – capacidad por subsegmento en régimen libre	75
Tabla 76. Demora uniforme por subsegmento en régimen libre	76
Tabla 77. Demora incremental por subsegmento en régimen libre	76
Tabla 78. Demora por control por subsegmento en régimen libre	77
Tabla 79. Tiempo de viaje por subsegmento en régimen libre.....	77
Tabla 80. Velocidad de viaje por subsegmento en régimen libre.....	77
Tabla 81. Nivel de servicio para el subsegmento 1 en régimen libre	78
Tabla 82. Nivel de servicio para el subsegmento 2 en régimen libre	78
Tabla 83. Nivel de servicio para el subsegmento 3 en régimen libre	78
Tabla 84. Nivel de servicio para el subsegmento 4 en régimen libre	79
Tabla 85. Nivel de servicio por subsegmento en régimen libre	79
Tabla 86. Reducción de la capacidad por subsegmento.....	79
Tabla 87. Disminución del nivel de servicio por subsegmento	80
Tabla 88. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 1	89
Tabla 89. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 1....	90
Tabla 90. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 1.....	92
Tabla 91. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 1.....	93
Tabla 92. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 1...	94
Tabla 93. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 1	96
Tabla 94. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 1	97
Tabla 95. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 1.....	99
Tabla 96. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 2.....	99
Tabla 97. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 2..	100
Tabla 98. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 2.....	102
Tabla 99. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 2.....	103

Tabla 100. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 2	105
Tabla 101. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 2	106
Tabla 102. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 2	108
Tabla 103. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 2	109
Tabla 104. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 3	109
Tabla 105. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 3	111
Tabla 106. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 3	112
Tabla 107. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 3	114
Tabla 108. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 3	115
Tabla 109. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 3	116
Tabla 110. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 3	118
Tabla 111. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 3	119
Tabla 112. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 4	120
Tabla 113. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 4	121
Tabla 114. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 4	122
Tabla 115. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 4	124
Tabla 116. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 4	125
Tabla 117. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 4	127
Tabla 118. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 4	128
Tabla 119. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 4	130
Tabla 120. Medida de Sección Transversal que se Toma como Estacionamiento	130
Tabla 121. Retraso por otros motivos del subsegmento 1	130
Tabla 122. Retraso por otros motivos del subsegmento 2	131
Tabla 123. Retraso por otros motivos del subsegmento 3	132
Tabla 124. Retraso por otros motivos del subsegmento 4	133

Tabla 125. Resumen de medidas geométricas de un auto	140
Tabla 126. Medidas geométricas de una bicicleta	140
Tabla 127. Medidas geométricas de un mototaxi	141
Tabla 128. Porcentaje de Pelotón que Llegan Durante el Verde en la Intersección Aguas Arriba en el Subsegmento 1 y 3.....	141
Tabla 129. Porcentaje de Pelotón que Llegan Durante el Verde en la Intersección Aguas Arriba en el Subsegmento 2 y 4.....	141

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Entradas para segmentos de calles urbanas.....	17
Cuadro 2. Operacionalización de las variables.....	39
Cuadro 3. Población, Muestra, Unidad de Análisis y de Observación	43
Cuadro 4. Matriz de consistencia.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Uso de carril izquierdo como estacionamiento en Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. Amazonas.....	4
Figura 2. Estacionamiento de motocicletas y autos en Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. Amazonas.....	4
Figura 3. Cambio de las características geométricas en la intersección Jr. Amazonas – Av. El Maestro.....	5
Figura 4. Uso de una parte del carril como estacionamiento en Av. El Maestro entre el Jr. Amazonas y Jr. El Inca.....	5
Figura 5. Parte del ancho de carril se usa como estacionamiento en la Av. El Maestro entre el Jr. Amazonas y Jr. El Inca.....	6
Figura 6. Elementos de segmento de calle urbana.....	17
Figura 7. Ubicación de la vía en estudio en la ciudad de Cajamarca.....	41
Figura 8. Flujograma de proceso	42
Figura 9. Uso de estación total en la vía de estudio.....	44
Figura 10. Georreferenciación usando GPS	45
Figura 11. Realización de las medidas geométricas de la vía de estudio.....	45
Figura 12. Sentidos de flujo vehicular intersección semaforizada Av. Los Héroes	50
Figura 13. Sentidos de flujo vehicular intersección no semaforizada Jr. Amazonas.....	50
Figura 14. Sentidos de flujo vehicular intersección no semaforizada Jr. Progreso	50
Figura 15. Sentidos de flujo vehicular intersección semaforizada Jr. El Inca.....	51
Figura 16. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 1	55
Figura 17. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 2	56
Figura 18. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 3	56
Figura 19. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 4.....	56

Figura 20. Sección transversal de la Av. Los Héroes – Jr. Amazonas.....	57
Figura 21. Sección transversal del Jr. Amazonas – Jr. El Inca.....	57
Figura 22. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 1.....	134
Figura 23. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 1.....	135
Figura 24. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 2.....	136
Figura 25. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 3.....	137
Figura 26. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 3.....	138
Figura 27. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 4.....	139
Figura 28. Aforo vehicular manual intersección Av. Los Héroes – Av. El Maestro.....	144
Figura 29. Aforo vehicular manual intersección Jr. Amazonas – Av. El Maestro	144
Figura 30. Aforo vehicular manual intersección Jr. El Progresos – Av. El Maestro.....	145
Figura 31. Aforo vehicular manual intersección Jr. El Progresos – Av. El Maestro.....	145
Figura 32. Uso de un carril como estacionamiento subsegmento 1	146
Figura 33. Uso de un carril como estacionamiento subsegmento 2.....	146
Figura 34. Medición de Sección de Vía que se Toma como Estacionamiento Subsegmento 3	147
Figura 35. Medición de Sección de Vía que se Toma como Estacionamiento Subsegmento 3	148
Figura 36. Pase de pregón en Av. El Maestro	148

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

$\%R_c$:	Reducción de la capacidad.
ΣD_a :	Demora total por puntos de acceso.
c :	Capacidad.
d :	Demora por control.
d_1 :	Demora uniforme.
d_2 :	Demora incremental.
D_a :	Densidad de puntos de acceso.
d_{other} :	Demora por otros factores.
f_A :	Factor de ajuste por densidad de puntos.
f_{cs} :	Factor de ajuste para sección transversal.
f_{cs} :	Factor de ajuste por sección transversal.
f_L :	Factor de ajuste de longitud de segmento.
f_{PA} :	Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan en verde.
f_v :	Factor de ajuste por proximidad.
g/C :	Relación verde/ciclo/efectivo.
HCM :	Highway Capacity Manual 2016.
I :	Factor de ajuste de filtrado aguas arriba.
L :	Longitud de segmento.

l_1 : Pérdida de tiempo en la partida.

L_{adj} : Longitud ajustada del segmento.

L_{curb} : Longitud de bordillo al lado derecho.

L_{rm} : Longitud del segmento con mediana restrictiva.

NS: Nivel de servicio.

N_{th} : Número de Carriles.

P : Proporción de llegada durante el verde.

p_{curb} : Proporción de bordillo al lado derecho.

PF : Factor de ajuste por coordinación.

p_{rm} : Proporción del segmento con mediana restrictiva.

RL: Régimen libre.

R_P : Relación del grupo de llegada.

s : Flujo de saturación.

S_f : Velocidad en régimen libre.

S_{fo} : Velocidad base de flujo libre.

S_o : Velocidad constante.

S_{pl} : Velocidad límite.

SS_i : Subsegmento i (1-4).

$S_{T;seg}$: Velocidad de viaje.

T : Duración del periodo de análisis.

t_R : Tiempo de viaje o ejecución.

T_T : Tiempo de viaje.

$VHMD$: Volumen horario de máxima demanda.

W_i : Ancho de intersección aguas arriba.

X : Grado de saturación.

X_u : Grado de saturación ponderado aguas arriba.

GLOSARIO

A

Acceso: Punto, en una determinada vía, donde ingresan vehículos motorizados.

Aforo vehicular: Proceso de recopilación de la cantidad de vehículos motorizados que transitan por la vía de estudio.

Automóvil: Vehículo motorizado por el cual se movilizan o transportan las personas.

Avenida: Camino importante de una ciudad.

C

Calzada: Forma parte de una calle, se puede entender como la distancia entre dos aceras.

Capacidad vial: Máxima cantidad de vehículos motorizados que pueden transitar por una determinada sección transversal de una calzada.

Carril: Espacio de calzado en la transitan vehículos semaforizados con un determinado sentido.

Cómputo: Procesamiento de datos mediante operaciones matemáticas y estadísticas.

D

Distancia: Longitud entre dos puntos utilizando una determinada unidad de medida.

E

Estacionamiento: Lugar destinado al reposo de vehículos motorizados.

F

Flujo vehicular: Cantidad de vehículos que transitan en un determinado sentido.

I

Ingeniería civil: Conjunto de conocimiento en matemática, física entre otros que permite la construcción de infraestructura que puede utilizar la población para su beneficio.

Intersección semaforizada: Puntos estratégicos del sistema vial urbano que regula y controla el flujo de vehículos motorizados creando orden y seguridad vial.

J

Jirón: Vía vehicular local de uno o dos sentidos.

M

Manual: Guía para el procesamiento de datos y obtención de resultados.

Mediana restrictiva: Parte de una vía urbana localizada en la mitad de la sección transversal que separa sentidos de flujo vehicular.

P

Proceso: Conjunto de pasos para elaborar información con el fin de obtener los resultados deseados.

R

Reducción: Cambio a un valor menor que el original.

Régimen libre: Condiciones ideales en que se puede transitar sin ningún obstáculo, retraso o impedimento.

Retraso: Disminución del tiempo de viaje debido a factores externos.

S

Segmento: Unidad de estudio de una vía urbana.

Semáforo: Dispositivo importante en el control del flujo vehicular mediante tres colores: verde, ámbar y rojo.

Sentido: Dirección del flujo vehicular en un tramo de vía determinado.

Señalización: Implementación de señales de tránsito a lo largo de un tramo de vía en estudio.

T

Tráfico: Actividad de vehículos motorizados a pasar por vías urbanas.

V

Vehículo motorizado: Unidad de observación y usuario de la vía urbana.

Vía: Infraestructura urbana al que hace uso los vehículos motorizados.

RESUMEN

El congestionamiento vehicular es un problema recurrente en Cajamarca, especialmente durante las horas punta, afectando la capacidad vial y el nivel de servicio de las vías. Entre las principales causas se encuentran: paradas imprevistas de transporte público, cruce peatonal imprudente, marchas o pasacalles, y el uso de carriles como estacionamientos improvisados. Esta investigación abordó el impacto de los estacionamientos improvisados en la capacidad vial y nivel de servicio de la Av. El Maestro, entre las intersecciones semaforizadas de la Av. Los Héroes y Jr. El Inca. Para ello, se aplicó la metodología HCM 2016 (6ta y 7ma edición). En primer lugar, se dividió el tramo de estudio en cuatro subsegmentos según sus características geométricas. En segundo lugar, se recolectó los datos geométricos y el aforo vehicular semanal (25/11/2023–01/12/2023) en horarios de 6:30 a.m. a 8:30 p.m., de lo cual los flujos vehiculares que se obtuvieron fueron: 693 veh/h, 965 veh/h, 619 veh/h y 1247 veh/h para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Por último, se aplicó la metodología HCM 2016 donde se obtuvo que la capacidad vial fue de 1140.89 veh/h, 869.08 veh/h, 574.25 veh/h y 776.38 veh/h para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente en condiciones normales; además, nivel de servicio obtenido fue "F" para todos los subsegmentos. Los hallazgos que se obtuvieron confirman que el uso de carriles como estacionamiento improvisado disminuye significativamente la capacidad vial y el nivel de servicio, intensificando el congestionamiento vehicular en horas punta.

Palabras clave: Capacidad vial y nivel de servicio.

ABSTRACT

Vehicle congestion is a recurring problem in Cajamarca, especially during peak hours, affecting road capacity and the level of service on the roads. Among the main causes are: unexpected stops of public transport, jaywalking, marches or parades, and the use of lanes as improvised parking lots. This research addressed the impact of improvised parking on the road capacity and level of service on Av. El Maestro, between the traffic light intersections of Av. Los Héroes and Jr. El Inca. For this, the HCM 2016 methodology (6th and 7th edition) was applied. First, the study section was divided into four subsegments according to their geometric characteristics. Secondly, the geometric data and the weekly vehicle capacity were collected (11/25/2023–12/01/2023) at times from 6:30 a.m. to 6:30 p.m. to 8:30 p.m., from which the vehicle flows obtained were: 693 veh/h, 965 veh/h, 619 veh/h and 1247 veh/h for subsegments 1, 2, 3 and 4, respectively. Finally, the HCM 2016 methodology was applied where it was obtained that the road capacity was 1140.89 veh/h, 869.08 veh/h, 574.25 veh/h and 776.38 veh/h for subsegments 1, 2, 3 and 4 respectively under normal conditions. ; In addition, the service level obtained was "F" for all subsegments. The findings obtained confirm that the use of lanes as improvised parking significantly reduces road capacity and the level of service, intensifying traffic congestion during peak hours.

Keywords: Road capacity, level of service.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

1.1.1. Contextualización.

El congestionamiento vehicular en las principales avenidas y calles de las ciudades es un problema a nivel mundial debido al desarrollo económico y social de estas áreas. Este fenómeno puede originarse por diferentes factores como el desplazamiento de la población rural a zonas urbanas; la sobrepoblación y el aumento de la esperanza de vida, entre otros factores. La presente investigación se enfocó específicamente en el impacto del uso de carriles de circulación como estacionamientos improvisados, una práctica que contribuye significativamente al congestionamiento. Diversos estudios han destacado la gravedad de esta problemática y su influencia en la eficiencia del tránsito urbano.

En la investigación *Afectación de la Capacidad Vial por Estacionamiento en Vía. Caso de Estudio: Avenida Carrera 7ma con Avenida Calle 72, Bogotá D.C.* se hizo hincapié que:

Gaona et al. (2021) destaca que Bogotá enfrenta congestionamiento vehicular debido al mal uso de la malla vial, siendo el estacionamiento en zonas no permitidas un factor clave de esta problemática. (p.2).

Esta problemática también se encontró en el Perú. La investigación *La Congestión Vehicular en Lima Metropolitana entre los Años 2012 y 2016 Afecta Económicamente a las Empresas Aseguradoras de Vida y A sus Trabajadores* manifestó que:

Reghellin (2018) uno de los causantes de esta problemática son los estacionamientos ya que ocupan mucho espacio físico de la sección transversal de las vías, para lo cual ha recomendado que los usuarios puedan utilizar el transporte público urbano. Además, también manifestó que la infraestructura vial es una problemática ya que en general sus calles son muy angostas y presentaron baches y huecos (p. 50).

También el diario electrónico Correo (2022) en su publicación del tráfico en las calles de Huánuco, sostuvo que “los estacionamientos improvisados, así como el comercio ambulatorio y calles angostas son un problema para la capacidad vial a la que han sido diseñadas las calles provocando congestión vehicular”.

Al igual que en otras ciudades del Perú se repite la misma problemática en la ciudad de Cajamarca. En la investigación *Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de la Avenida Mario Urteaga, Tramo: Jr. Dos de Mayo hasta El Óvalo El Inca; según la Metodología HCM, 7ma edición, Cajamarca 2018*, se mencionó que el congestiónamiento vehicular presente es debido fundamentalmente a la sobre oferta de vehículos de transporte público y privado, carente de adecuada infraestructura, también mencionó la falta de control de estacionamientos como algo que contribuye a la congestión. (Rojas, 2019, p. 13-14).

Además, en la tesis *Nivel de Congestionamiento en la Vía de Evitamiento Sur en la Ciudad de Cajamarca en Función al Tránsito Vehicular, Cajamarca 2020*, Condori (2023) afirmó que el uso de un carril como estacionamiento en calles de dos

carriles y el incremento del parque automotor de la ciudad ha superado la capacidad vial de las calles, los cuales, han sido factores que han ocasionado el congestionamiento vehicular (p. 21-22).

El parque automotor de Cajamarca ha sufrido incrementos a lo largo del tiempo, Goicochea (2019) sostuvo que la población de Cajamarca según los datos estadísticos del INEI ha aumentado en un 3% respecto a la población del 2010, lo que hace un crecimiento directamente proporcional a la cantidad de vehículos que transitan en las calles por lo que hace imperativo realizar medidas que puedan mejorar el flujo de vehículos de la ciudad (p. 1).

1.1.2. Descripción del problema.

En la ciudad de Cajamarca, la Avenida El Maestro es una de las principales arterias viales donde se ha observado el uso de un carril como espacio de estacionamiento vehicular. Esta avenida es fundamental en la red de transporte de la ciudad, ya que conecta diversas rutas de transporte público tanto urbano como interurbano, facilitando el acceso a sectores como Los Baños del Inca, Agocucho, el aeropuerto Armando Revoredo y el barrio Mollepampa, entre otros. Sin embargo, el uso de carriles para estacionamiento reduce significativamente la capacidad vial de la avenida, generando congestionamiento vehicular, especialmente en las horas punta. Esta práctica impide el aprovechamiento total de su capacidad de circulación, afectando el flujo de vehículos y generando retrasos en una vía esencial para la conectividad urbana y la movilidad en Cajamarca. En este contexto, la presente investigación analizó el impacto del uso de carriles como estacionamiento en la capacidad vial y el nivel de servicio de la Avenida El Maestro, específicamente en el tramo comprendido entre la Avenida Los Héroes y el Jirón El Inca.

Figura 1. *Uso de carril izquierdo como estacionamiento en Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. Amazonas*



Figura 2. *Estacionamiento de motocicletas y autos en Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. Amazonas*



Un dato importante para tener en cuenta es que en la intersección no semaforizada de la Av. El Maestro y Jr. Amazonas ocurre un cambio de características geométricas en la sección transversal de la avenida pasando de cuatro carriles a dos carriles.

Figura 3. *Cambio de las características geométricas en la intersección Jr. Amazonas – Av. El Maestro*



Figura 4. *Uso de una parte del carril como estacionamiento en Av. El Maestro entre el Jr. Amazonas y Jr. El Inca*



Figura 5. *Parte del ancho de carril se usa como estacionamiento en la Av. El Maestro entre el Jr. Amazonas y Jr. El Inca*



1.1.3. Formulación del problema.

¿Cuál es la capacidad y nivel de servicio de la Avenida El Maestro entre la Avenida Los Héroes y Jirón El Inca de la ciudad de Cajamarca, por el uso de carriles como estacionamiento?

1.2. Justificación

La Avenida El Maestro, en el tramo comprendido entre las intersecciones semaforizadas de la Avenida Los Héroes y el Jirón El Inca en la ciudad de Cajamarca,

experimenta un constante congestionamiento vehicular. Este problema podría estar relacionado con el uso inadecuado de la sección transversal de la vía, donde los carriles se emplean como estacionamiento, lo que reduce su capacidad y afecta negativamente el nivel de servicio. La presente investigación examina el impacto de este uso de carriles en la capacidad vial y el nivel de servicio de este tramo específico de la avenida.

La metodología HCM 2016, junto con versiones anteriores, se ha empleado en numerosos estudios para evaluar el nivel de servicio en vías urbanas y carreteras. Aplicando esta metodología, se pretende identificar las causas del congestionamiento vehicular en términos de capacidad vial y nivel de servicio. Los resultados obtenidos pueden servir de base para una gestión de infraestructura vial urbana que permita aumentar la capacidad y mejorar la transitabilidad, beneficiando así a la población usuaria de Cajamarca.

1.3. Delimitación de la investigación.

La investigación se centra en el análisis de la capacidad vial y el nivel de servicio de la Avenida El Maestro, específicamente en el tramo comprendido entre las intersecciones semaforizadas de la Avenida Los Héroes y el Jirón El Inca, en la ciudad de Cajamarca. Este estudio considera el impacto del uso de los carriles como estacionamiento en el flujo vehicular y la eficiencia de la vía.

1.4. Limitaciones.

No se encontró limitaciones para realizar la presente investigación.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Determinar la capacidad y nivel de servicio de la Av. El Maestro entre La Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca, por el uso de carriles como estacionamiento.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Determinar la capacidad vial y nivel de servicio del flujo vehicular en régimen libre.
- Determinar la reducción de la capacidad vial y nivel de servicio de la vía en estudio debido al uso de carriles como estacionamiento.
- Determinar el volumen horario de máxima demanda.
- Determinar la hora de máxima demanda.
- Determinar el grado de saturación de la vía en estudio.
- Identificar los principales problemas de congestión vehicular causados por el uso de carriles como estacionamiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.

Antecedentes internacionales

Sabando (2017) aplicó la metodología HCM 2010 en su investigación *Determinación del Nivel de Servicio en Calles Urbanas*, en la que analizó el nivel de servicio de tres segmentos en el eje vial Fermín Vivaceta de Santiago de Chile. El segmento 1 presentó un nivel de servicio B, lo que permite un tránsito casi sin obstáculos; el segmento 2 mostró un nivel de servicio C, con restricciones para maniobrar y presencia de colas; y el segmento 3 obtuvo un nivel de servicio F, indicando baja velocidad de viaje, colas y demoras.

Mora (2019), en su investigación *Determinación del Flujo de Saturación Base (So) para Ciudades Pequeñas: Caso Tunja, Colombia*, utilizó la metodología HCM 2010 para analizar la variación del flujo de saturación en comparación con el valor estándar de 1750 automóviles/carril/hora. Los resultados mostraron que el flujo de saturación base en Tunja es de 1740 vehículos/carril/hora, un valor muy cercano al establecido por la metodología.

Granda y Martínez (2017), en su investigación *Análisis de Tráfico en las Principales Intersecciones del Área de Influencia de la Universidad del Azuay*, utilizaron la metodología HCM 2010 y los parámetros necesarios en el programa AIMSUM 8.1.0 para realizar una microsimulación del tráfico vehicular. El objetivo fue

rediseñar el flujo vehicular y mejorar la capacidad vial y el nivel de servicio en las intersecciones semaforizadas de Av. Francisco Moscoso - Av. 27 de Febrero y Av. 24 de Mayo con la Subida a Turi. Propusieron eliminar el redondel, añadir un tercer carril y semaforizar las intersecciones con un tiempo de ciclo de 125 segundos, dividido en 4 fases.

2.1.1. Antecedentes nacionales

Panduro (2022) en su investigación *Evaluación de la Congestión Vehicular en un Tramo del Jr. Ancash entre la Av. Plácido Jiménez, aplicando la Metodología HCM 2010* buscó determinar la capacidad vial y el nivel de servicio de intersecciones semaforizadas en donde se encontró que la vía presentó congestión vehicular desfavorable ya que la capacidad de cada carril fue superada por el flujo vehicular en la máxima demanda y también presentó un nivel de servicio F, lo cual implica demoras y congestionamiento vehicular en la vía.

Ángeles (2020) en su tesis *Análisis de la Aplicabilidad de la Metodología HCM 2010 en una Rotonda en la Ciudad de Lima* comparó las longitudes de cola reales con las longitudes de cola estimadas mediante la metodología respecto al grado de saturación correspondiente a cada periodo; esta comparación demostró que las longitudes de cola medidas y las calculadas no son similares; por lo tanto, se pudo concluir que la metodología HCM 2010 no resultó aplicable para el cálculo del carril derecho e izquierdo de una entrada de la rotonda “Los Delfines”.

Cabrera y Maquera (2019) en su *Evaluación del Nivel de Servicio de Flujo Vehiculares, en Dos Intersecciones Semaforizadas Caso: Alto Alianza – Tacna* utilizó la metodología del HCM 2010 para analizar el problema de congestionamiento vehicular actual compuesto por vehículos públicos y privados. Utilizando esta

metodología y el programa Synchro v8.0 se arrojó como resultado un nivel de servicio F para lo cual se propuso algunas alternativas de solución para mejorar el nivel de servicio.

2.1.2. Antecedentes Locales

Huamán (2019) en su investigación *Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de La Avenida Mario Arteaga, Tramo: Jr. Dos de Mayo hasta el Óvalo el Inca; Según la Metodología HCM 2010, Cajamarca 2018* estudió la capacidad y nivel de servicio tanto en segmentos como en intersecciones semaforizadas donde obtuvo una capacidad de 1532 veh/h y un nivel de servicio E corroborando su hipótesis de que la capacidad vial y nivel de servicio corresponden a condiciones de circulación inferiores desde el punto de vista del usuario (D, E o F).

Asimismo, Condori (2020) en su investigación *Nivel de Congestionamiento en la Vía de Evitamiento Sur en la Ciudad de Cajamarca en función al Tránsito Vehicular, Cajamarca 2020* utilizó la metodología del HCM 2010 para estudiar el nivel de congestionamiento en lo cual obtuvo un congestionamiento de nivel D, cuyo resultado indica congestionamiento de densidad elevada, restricciones en la capacidad de maniobrar libremente y formaciones de colas durante las horas punta.

Velásquez (2021) en su investigación *Análisis del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de Dos Intersecciones con Mayor Demanda del Centro Histórico de la Ciudad de Cajamarca Utilizando Cámaras de Videovigilancia y La Metodología HCM, en el año 2018* determinó un nivel de servicio F en las intersecciones del Jr. Tarapacá con Jr. Del Comercio y Jr. Del Batán con Jr. Amalia Puga.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Ingeniería de Tránsito

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) nos dice que la ingeniería de tránsito es aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por las calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizado y no motorizado. (p. 33)

2.2.2. Modos de Transporte por Carretera.

A. Modo Automóvil o vehículo motorizado.

En modo automóvil engloba a todos los vehículos a motor que componen el tráfico de una carretera a excepción de transporte público urbano. En consecuencia, los camiones, vehículos de recreo, motocicletas y autobuses turísticos o interurbanos se consideran dentro del modo automóvil. (Romana et al, 2017, p. 76)

B. Modo Peatón.

El modo peatón incluye a las personas que se desplazan a pie total o parcialmente por carreteras o infraestructuras diseñadas para peatones, como aceras o áreas reservadas. La velocidad a la que caminan varía según su edad, estado físico o condiciones ambientales, como el clima o la temperatura. El HCM considera estas variables en sus procedimientos. Aunque aceras y caminos también son utilizados por otros usuarios, como patinadores o personas en sillas de ruedas, los niveles de servicio del HCM están enfocados en las necesidades de los peatones que caminan a pie. (Romana et al, 2017, p. 76)

C. Modo Ciclista.

El modo ciclista se refiere a las personas que se desplazan en bicicletas no motorizadas por carreteras, carriles para bicicletas y similares. Los niveles de servicio para este modo están diseñados desde la perspectiva de los ciclistas. Sin embargo, vehículos como ciclomotores y scooters no se incluyen como bicicletas en los análisis del HCM. (Romana et al, 2017, p. 76)

D. Modo Transporte Público Urbano.

Romana et al (2017) “Las vías urbanas son a menudo compartidas con autobuses destinados al transporte público urbano, y ocasionalmente con otros medios de transporte sobre vías con el mismo fin como tranvías y trenes ligeros”. (p. 77).

2.2.3. Condiciones de Circulación.

A. Circulación ininterrumpida.

Las autopistas y autovías, junto con sus componentes, funcionan bajo un flujo de circulación continuo. Aunque hay interrupciones fijas en el tráfico, las vías de varios carriles y las carreteras de dos carriles también pueden operar sin interrupciones en tramos largos, siempre que no haya elementos puntuales que causen una detención, como un semáforo. (Romana et al, 2017, p. 78)

B. Circulación interrumpida o discontinua

Las infraestructuras viales de circulación interrumpida, como las urbanas, causan demoras debido a elementos fijos como semáforos o señales de stop. Las vías exclusivas para peatones o ciclistas también se consideran interrumpidas cuando se cruzan con otras vías donde no tienen prioridad de paso. (Romana et al, 2017, p. 79)

2.2.4. Capacidad.

La capacidad se refiere teóricamente a la máxima cantidad de flujo que una carretera o calle puede manejar. Representa la tasa máxima a la que vehículos o personas pueden pasar razonablemente por un punto de una vía, en un tiempo específico, bajo las condiciones actuales de la infraestructura, el entorno, el tráfico y los controles de tránsito. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p. 397)

La capacidad se define como el flujo máximo que una vía puede soportar. Es la tasa más alta a la que vehículos o peatones pueden transitar por un punto determinado de la carretera, en un tiempo específico, considerando las condiciones de la infraestructura, el tráfico, el entorno y los controles de tránsito. (Romana et al, 2017, p. 182)

$$c = N_{th} \cdot s \cdot \frac{g}{C} \text{ (Ecuación 1)}$$

donde:

- c: Capacidad para circulación interrumpida (veh/h).
- Nth: Número de carriles en el segmento.
- s: Flujo de saturación por carril (veh/h/ln).
- g/C: Proporción efectiva verde-longitud de ciclo.

Sabando (2017), p. 54. “Se puede utilizar un valor “s” por defecto de 1800 vehículos por hora por pista para el flujo de saturación de calles urbanas”.

2.2.5. Nivel de servicio

El nivel de servicio mide la calidad del flujo vehicular según la percepción de los conductores y pasajeros, considerando factores como velocidad, tiempo de viaje, maniobras y seguridad. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p. 397)

Para caracterizar el nivel de servicio vehicular en un segmento de calle urbana, se utilizan dos medidas de desempeño. La primera es la velocidad de desplazamiento de los vehículos, que refleja los factores que afectan el tiempo de viaje y el retraso en las intersecciones. La segunda medida es la relación volumen-capacidad en la intersección aguas abajo, que indica el grado de movilidad del segmento. (HCM 2016, p. 18-6)

El HCM establece 6 niveles de servicio desde la A hasta la F. Los siguientes conceptos son extraídos del HCM 2016 capítulo 18 Segmentos de Calles Urbanas. Así se tiene los siguientes conceptos:

Nivel de servicio (LOS A): La operación de flujo libre se caracteriza por la ausencia de obstáculos que dificulten la maniobra de los vehículos dentro del tráfico. El retraso en las intersecciones es mínimo, la velocidad de los vehículos supera el 80% de la velocidad base y la relación volumen-capacidad no excede 1. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS B): Se describe una operación con pocos obstáculos, donde la maniobrabilidad dentro del flujo de tráfico está solo levemente limitada y el retraso en las intersecciones es mínimo. La velocidad de desplazamiento se encuentra entre el 67% y el 80% de la velocidad base de flujo libre, y la relación volumen-capacidad no supera 1. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS C): El funcionamiento estable presenta maniobrabilidad limitada, colas largas en intersecciones y velocidades entre el 50% y el 67% de la base, con una relación volumen-capacidad de 1 o menos. El funcionamiento estable tiene maniobrabilidad limitada, colas largas y velocidades reducidas. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS D): Indica una condición menos estable en la que pequeños aumentos en el flujo pueden causar aumentos sustanciales en el retraso y disminuciones en la velocidad de viaje. Esta operación puede deberse a una progresión adversa de la señal, un volumen alto o una sincronización inapropiada de la señal en la intersección de límites. La velocidad de desplazamiento está entre el 40% y el 50% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen-capacidad no es mayor que 1. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS E): El funcionamiento inestable se caracteriza por retrasos significativos, bajas velocidades (30-40% de la base) y una relación volumen-capacidad de 1 o menos. El funcionamiento inestable implica grandes retrasos, velocidades bajas y relación volumen-capacidad de 1 o menos. (HCM 2016, p. 18-6)

Nivel de servicio (LOS F): Se caracteriza por un flujo muy bajo, con congestión en la intersección, altos retrasos y largas colas. La velocidad es del 30% o menos de la velocidad base, y la relación volumen-capacidad supera 1. El flujo extremadamente bajo muestra congestión, bajos niveles de velocidad y una relación volumen-capacidad mayor a 1. (HCM 2016, p. 18-6)

Tabla 1. Nivel de servicio en modo automóvil para segmentos de calles urbanas.

LOS	Umbral de velocidad de desplazamiento por velocidad de flujo libre base (mi/h)							Ratio Volumen-Capacidad
	55	50	45	40	35	30	25	
A	>44	>40	>36	>32	>28	>24	>20	≤1.0
B	>37	>34	>30	>27	>23	>20	>17	
C	>28	>25	>23	>20	>18	>15	>13	
D	>22	>20	>18	>16	>14	>12	>10	
E	>17	>15	>14	>12	>11	>9	>8	
F	≤17	≤15	≤14	≤12	≤11	≤9	≤8	
F	Cualquier							>1.0

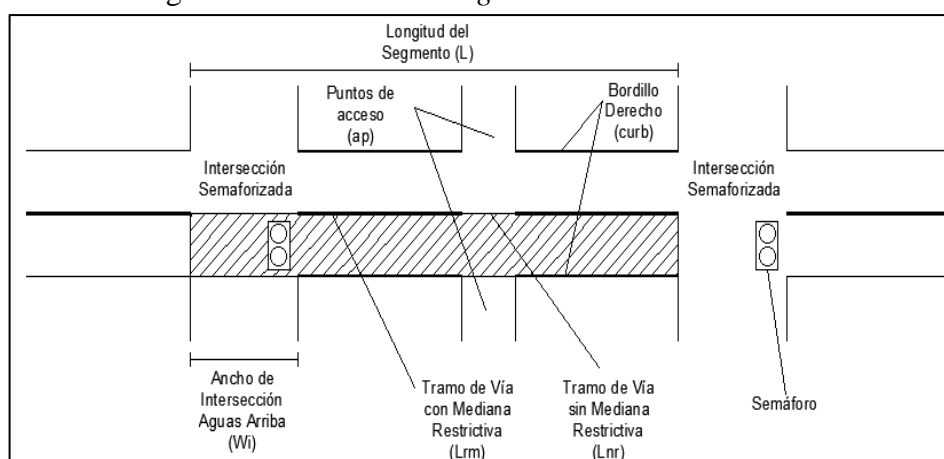
Nota. Extraído del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2016).

2.2.6. Longitud de segmento

El HCM (2016) define la longitud del segmento es la distancia entre las intersecciones de límites que definen el segmento. (p. 18-18).

En Romana, et al. (2018) dice que “los tramos urbanos se caracterizan por la presencia de elementos que interrumpen el tráfico de forma periódica (semáforos y señales de STOP y CEDA el PASO), con una separación entre estos inferior a 2 millas”. (p.499)

Figura 6. Elementos de segmento de calle urbana



Se tienen las siguientes entradas para los segmentos de calle urbana.

Cuadro 1. Entradas para segmentos de calles urbanas

Categoría de datos	Ubicación	Elementos de entrada
Características de tránsito	Segmento	Proporción de pelotón
		Flujo medio del segmento
		Retraso medio del segmento
Diseño geométrico	Segmento	Número de carriles
		Longitud de segmento
		Longitud de mediana restrictiva
		Longitud de mediana no restrictiva
		Proporción de segmentos con bordillo al lado derecho
		Número de puntos de acceso
Otros	Segmento	Proporción del segmento con estacionamiento en vía
		Duración del periodo de análisis
		Velocidad límite

Nota. Capítulo 30 HCM 2016 tomado para segmentos de calles urbanas.

2.2.7. Longitud ajustada del segmento (L_{adj}).

Corresponde la longitud del segmento en pies de intersección a intersección descontando el ancho de intersección aguas arriba. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$L_{adj} = L - W_i \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

- L_{adj} : Longitud ajustada del segmento (pies).
- L : Longitud del segmento de intersección a intersección semaforizada (pies).
- W_i : Ancho de intersección aguas arriba (pies).

2.2.8. Volumen.

A. Volumen medio del segmento (v_m).

Es el número de vehículos que transitan por un punto del segmento en un determinado tiempo específico. Se expresa en vehículos por hora (veh/h).

B. Volumen horario de máxima demanda (VHMD).

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) dice que “Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto en 60 minutos consecutivos, representando los períodos de máxima demanda diaria.”. (p. 185).

2.2.9. Velocidad.

A. Velocidad límite (S_{pl}).

Es una variable de entrada, que indica la velocidad máxima en la que un elemento motorizado puede recorrer un segmento. De acuerdo con el Reglamento Nacional de Tránsito, en el artículo 162, el límite de velocidad para calles con zona escolar es 30 km/h (SUTRAN-MTC, 2014, p 32.)

Según HCM (2016) “la velocidad límite debe ajustarse a la velocidad límite de calles cercanas al segmento en cuestión y consistente con la política de la agencia con respecto a la especificación de los límites de la velocidad”. (p. 18-20).

B. Velocidad constante (S_o).

Para Cal y Mayor y Cárdenas (2018) “es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en km/h.” (p. 257)

$$S_o = 25.6 + 0.47S_{pl} \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

- S_o : Velocidad constante (mi/h).
- S_{pl} : Velocidad límite (mi/h).

C. Velocidad base de flujo libre (S_{fo}).

Sabando (2017) define como “la velocidad de flujo libre en segmentos largos. Influye la velocidad límite, densidad de puntos de acceso, mediana, solera”. (p. 30)

$$S_{fo} = S_{calib} + S_o + f_{cs} + f_A + f_{pk} \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde:

- S_{fo} : Velocidad base de flujo libre (mi/h).
- S_{calib} : Factor de calibración de la velocidad base de flujo libre (mi/h) es 0.00 mi/h según HCM 2016.
- S_o : Velocidad constante (mi/h).
- f_{cs} : Factor de ajuste por la sección transversal (mi/h).
- f_A : Factor de ajuste por densidad de puntos (mi/h).
- f_{pk} : Factor de ajuste por estacionamiento en vía (mi/h).

D. Velocidad de flujo libre (S_f).

Romana et al (2017) dice que un flujo de tráfico tiene un régimen de circulación libre – durante el período de análisis – cuando se dan las siguientes condiciones: a) el flujo de entrada en todos los accesos al elemento o tramo es inferior a la capacidad de cada uno; b) no quedan colas residuales procedentes de retenciones anteriores producidas en la infraestructura, y c) cuando el flujo de tráfico no vea afectado por las condiciones existentes corrientes abajo. (p.80)

$$S_f = S_{fo} \cdot f_L \geq S_{pl} \text{ (Ecuación 5)}$$

Donde:

- S_f : Velocidad de flujo libre (mi/h).
- S_{fo} : Velocidad base de flujo libre (mi/h).
- f_L : Factor de ajuste de longitud del segmento.
- S_{pl} : Velocidad límite (mi/h).

E. Tiempo de viaje (T_T)

Es el tiempo que tarda un vehículo en trascurrir el segmento de estudio en la cual se incluye demoras. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$T_T = t_R + d \text{ (Ecuación 6)}$$

Donde:

- T_T : Tiempo de viaje (s)
- t_R : Tiempo de ejecución (s).
- d : Demora por control (s).

F. Velocidad de viaje ($S_{T, seg}$).

Es la velocidad que tiene el vehículo durante su transcurrir por el segmento, los cual incluye demoras, detenciones y variaciones de la velocidad. Se expresa según la fórmula.

$$S_{T, seg} = \frac{3600L}{5280(T_T)} \text{ (Ecuación 7)}$$

Donde:

- $S_{T, seg}$: Velocidad de viaje (mi/h).
- L: Longitud del segmento (pies).
- T_T : Tiempo de viaje (s).

2.2.10. Retraso total por giros en puntos de acceso. (Σd_{ap}).

Sabando (2017) describe que “es la demora, expresado en segundos, que un vehículo experimenta al realizar los giros hacia la derecha o izquierda en los puntos de acceso al segmento”. (p. 46).

Tabla 2. Retraso debido al giro de vehículos hacia la derecha e izquierda

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

Nota. Extraído del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2016).

2.2.11. Demora por otros factores (d_{other}).

Otros factores pueden causar que un conductor reduzca la velocidad o incurra en retraso mientras viaja a lo largo de un segmento. Por ejemplo, un vehículo que está completando una maniobra de estacionamiento en paralelo puede causar cierto retraso, también vehículos que ceden el paso a peatones, ciclistas, entre otros. (Sabando, 2017, p. 47)

2.2.12. Proporción de bordillo al lado derecho (p_{curb}).

Corresponde a la longitud de bordillo al lado derecho de esquina a esquina a lo largo del eje con respecto a la longitud ajustada del segmento. Se tiene la siguiente fórmula.

$$p_{curb} = \frac{L_{curb}}{L_{adj}} \text{ (Ecuación 8)}$$

Donde:

- p_{curb} : Proporción de bordillo al lado derecho.
- L_{curb} : Longitud de bordillo al lado derecho en el segmento (pies).
- L_{adj} : Longitud ajustada del segmento (pies).

2.2.13. Proporción del segmento con mediana restrictiva (p_{rm}).

Corresponde la longitud de la mediana de la calle medida de esquina a esquina a lo largo del eje con respecto a la longitud ajustada del segmento. Se tiene la siguiente fórmula.

$$p_{rm} = \frac{L_{rm}}{L_{adj}} \text{ (Ecuación 9)}$$

Donde:

- p_{rm} : Proporción del segmento con mediana restrictiva.
- L_{rm} : Longitud del segmento con mediana restrictiva (pies).
- L_{adj} : Longitud ajustada del segmento (pies).

2.2.14. Factor de ajuste para la sección transversal (f_{cs}).

Factor que se utiliza para calcular la velocidad base de flujo libre, para esto considera la proporción de bordillo al lado derecho y proporción de segmento con mediana restrictiva. Se utiliza la siguiente fórmula.

$$f_{cs} = 1.5p_{rm} - 0.47p_{curb} - 3.7p_{rm}p_{curb} \text{ (Ecuación 10)}$$

Donde:

- f_{cs} : Factor de ajuste para la sección transversal (mi/h).
- p_{rm} : Proporción del segmento con mediana restrictiva.
- p_{curb} : Proporción del segmento con bordillo al lado derecho.

2.2.15. Densidad de puntos de acceso (D_a).

Representa al número de puntos de acceso que se encuentran en una milla de longitud de segmento. Se representa mediante la siguiente fórmula.

$$D_a = 5,280 \frac{N_{ap,s}}{L_{adj}} \text{ (Ecuación 11)}$$

Donde:

- D_a : Densidad de puntos de acceso (pts/mi).
- $N_{ap,s}$: Número de puntos de acceso en el segmento.
- L_{adj} : Longitud ajustada del segmento (pies).

2.2.16. Factor de ajuste por puntos de acceso (f_A).

Corresponde a la densidad de los puntos de acceso con respecto al número de carriles con el propósito de incluir la influencia de los puntos de acceso en la velocidad base de flujo libre. Se calcula por la fórmula.

$$f_A = -0.078 \frac{D_a}{N_{th}} \text{ (Ecuación 12)}$$

Donde:

- f_A : Factor de ajuste por puntos de acceso.
- D_a : Densidad de puntos de acceso (pts/mi).
- N_{th} : Número de carriles.

2.2.17. Proporción de segmento con estacionamiento en la vía (p_{pk}).

La proporción del segmento con estacionamiento en la calle es la proporción de la longitud del enlace con puestos de estacionamiento (ya sea marcados o no) disponibles a lo largo del lado derecho del segmento. Esta proporción se calcula como la longitud de la calle con puestos de estacionamiento dividida por la longitud del enlace. Se incluye el estacionamiento descrito con un diseño paralelo o angular. Esta proporción se calcula por separado para cada dirección de viaje a lo largo del segmento. (HCM 2016, p. 18-20).

$$p_{pk} = \frac{L_{pk}}{L_{adj}} \text{ (Ecuación 13)}$$

Donde:

- p_{pk} : Proporción de segmento con estacionamiento en la vía.
- L_{pk} : Longitud del segmento que se usa como estacionamiento (ft).
- L_{adj} : Longitud ajustada del segmento (pies).

2.2.18. Factor de ajuste para estacionamiento en la vía (f_{pk}):

Es la proporción de longitud del enlace con estacionamiento en la vía disponible en el lado derecho (decimal). (HCM 2016, p. 18-28). Se calcula mediante la fórmula:

$$f_{pk} = -3p_{pk} \text{ (Ecuación 14)}$$

Donde:

- f_{pk} : Factor de ajuste para estacionamiento en la vía.
- p_{pk} : Proporción de segmento con estacionamiento en la vía.

2.2.19. Factor para el ajuste de la longitud del segmento (f_L).

De Huamán (2019) se infiere que “un segmento de corta longitud tiende a influir en la elección de la velocidad de flujo libre por el conductor. Se ha encontrado que la velocidad de flujo libre tiende a bajar en segmentos más cortos” (p. 40).

Según HCM (2016) La evidencia empírica sugiere que una longitud de segmento más corta (cuando se define mediante intersecciones de límites señalizados) tiende a influir en la elección de la velocidad de flujo libre por parte del conductor, es decir, la velocidad de flujo libre más lenta. (p. 18-29).

Se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$f_L = 1.02 - \frac{4.7(S_{fo}-19.5)}{\max(L,400)} \leq 1.0 \text{ (Ecuación 15)}$$

Donde:

- f_L : Factor para el ajuste de la longitud del segmento (f_L).
- S_{fo} : Velocidad base del flujo libre (mi/h).
- L : Longitud del segmento (pies).

2.2.20. Factor de ajuste por proximidad del vehículo (f_v).

Este factor tiene en consideración el efecto de la densidad de tráfico en el tiempo de viaje vehicular dando como resultado un aumento de este y una reducción de la velocidad. La reducción de la velocidad es el resultado de intervalos más cortos entre vehículos debido al mayor volumen vehicular y ocasiona que los conductores sean más cautelosos en sus maniobras. (HCM 2016, p. 18-29).

Huamán (2019) dice que “hace corresponder al factor que ajusta el tiempo en movimiento en flujo libre para tener en cuenta el efecto de la densidad del tránsito” (p. 41). Los tramos cortos hacen un efecto de disminución de velocidad. Se tiene la siguiente fórmula:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{v_m}{52.8 \cdot N_{th} \cdot S_f}\right)^{0.21}} \text{ (Ecuación 16)}$$

Donde:

- f_v : Factor de ajuste por proximidad.
- v_m : Volumen medio del segmento (veh/h).
- N_{th} : Número de carriles del segmento.
- S_f : Velocidad en régimen libre (mi/h).

2.2.21. Tiempo de viaje o ejecución (t_R).

La siguiente ecuación es usada para calcular el tiempo en movimiento en el segmento, la cual considera el control de movimiento en las intersecciones límites, la velocidad de flujo libre, proximidad entre vehículos, y variadas fuentes de demora en el segmento.

$$t_R = \frac{6-l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum d_{ap} + d_{other} \text{ (Ecuación 17)}$$

Donde:

- f_x : Factor de ajuste del tipo de control
 - $f_x = 1.0$ Para movimientos controlados por señalización.
 - $f_x = 0.0$ Para movimientos no controlados.
 - $f_x = \left\{ \min \frac{v_{th}}{c_{th}}, 1.0 \right\}$ Movimientos controlados por rendimiento.
- t_R : Tiempo de ejecución en el segmento. (s)
- l_1 : Pérdida de tiempo en la partida = 2.0 si es semaforizada y 2.5 si es pare o ceda el paso (s).
- L : Longitud del segmento (ft)
- f_v : Factor de ajuste por proximidad entre vehículos
- S_f : Velocidad de flujo libre (mi/h)
- $\sum d_{ap}$: Retraso total por puntos de acceso (s/veh)
- $\sum d_{other}$: Demora debido a otras fuentes a lo largo del segmento, (s/veh)
- c_{th} : Capacidad de movimiento (veh/h).

Para este estudio $f_x = 1.00$ ya que los movimientos se encuentran controlados por semáforos en las intersecciones aguas arriba.

2.2.22. Proporción de llegada durante el verde (P).

Corresponde a la proporción vehículos que llegan al segmento, en la intersección aguas arriba, durante el tiempo de verde del semáforo. Esta proporción se calcula mediante la fórmula:

$$P = R_p \cdot \left(\frac{g}{C} \right) \text{ (Ecuación 18)}$$

Donde:

- P: Proporción de llegada durante el verde.
- g: Tiempo de verde efectivo (s).
- C: Longitud de ciclo semafórico (s).
- R_P : Relación del grupo de llegada.

2.2.23. Relación de grupo de llegada o proporción de pelotón (R_P):

“La relación de pelotón se utiliza para describir la calidad de progresión del flujo vehicular que llega durante el tiempo de verde del semáforo”. (HCM 2016, p. 19-26).

Para la relación del grupo de llegada se tiene las siguientes definiciones:

El **tipo de llegada 1** se caracteriza por un pelotón denso que supera el 80% del volumen del grupo de movimiento al inicio del intervalo rojo. Este tipo de llegada suele ocurrir en segmentos cortos con mala progresión en la dirección de viaje, pero buena en la dirección contraria. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 2** se caracteriza por un pelotón moderadamente denso que llega a la mitad del intervalo rojo, o un pelotón disperso con el 40% al 80% del volumen del grupo de movimiento durante todo el intervalo rojo. Este tipo de llegada suele ocurrir en tramos de longitud media con mala progresión en la dirección de viaje. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 3** se da si las señales están coordinadas, se caracteriza por un pelotón que contiene menos del 40% del volumen del grupo de movimiento, llegando parcialmente durante el intervalo rojo y verde. Si no están coordinadas, los trenes llegan de manera aleatoria en diferentes puntos durante el período de análisis. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 4** se caracteriza por un pelotón moderadamente denso que llega a la mitad del intervalo verde, o un pelotón disperso que contiene entre el 40% y el 80% del volumen del grupo de movimiento durante el intervalo verde. Este tipo de llegada suele ocurrir en segmentos de longitud media con buena progresión en la dirección de viaje. (HCM, 2016, p. 19-28)

El **tipo de llegada 5** este tipo de llegada involucra un pelotón denso que supera el 80% del volumen del grupo de movimiento, llegando al inicio del intervalo verde. Se asocia con tramos cortos y buena progresión en la dirección de viaje. Además, suele haber un número bajo a moderado de calles laterales. (HCM, 2016, p. 19-29)

El **tipo de llegada 6** este tipo de llegada implica un pelotón denso que supera el 80% del volumen del grupo de movimiento al inicio del intervalo verde. Ocurre en segmentos muy cortos con excelente progresión y pocas entradas de calles laterales. Es típico de rutas con redes de señales densas y posibles calles de un solo sentido. (HCM, 2016, p. 19-29).

Tabla 3. *Relación de Pelotón.*

Tipo de Llegada	Valor por Defecto	Calidad de Progresión
1	0.33	Muy Pobre
2	0.67	Desfavorable
3	1.00	Llegadas Aleatorias
4	1.33	Favorable
5	1.67	Muy Favorable
6	2.00	Excepcionalmente Favorable

Nota. Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2016).

2.2.24. Factor de ajuste de filtrado aguas arriba (I).

“Este factor refleja la forma en que una señal aguas arriba cambia la varianza en el número de llegadas por ciclo”. (HCM, 2016, p. 19-29)

“Un valor de 1.0 es usado para intersecciones aisladas, por ejemplo, de 1.6 km de distancia a más. Este valor se basa en una cantidad de vehículos aleatorios llegando por ciclo”. (Sabando, 2017, p. 55-56)

“El factor de ajuste I, tiene en cuenta el efecto de las intersecciones corriente arriba, en la llegada de vehículos a un acceso de la intersección en estudio. Para su cálculo en intersecciones no aisladas, se utiliza la siguiente ecuación” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p. 471):

$$I = 1.0 - 0.91X_u^{2.68} \geq 0.090 \text{ (Ecuación 19)}$$

Donde:

- I: Factor de ajuste de filtrado aguas arriba.
- X_u : Relación volumen – capacidad aguas arriba.

En el capítulo 30 del HCM (2016) describe que “se calcula como la relación ponderada entre volumen y capacidad de todos los movimientos aguas arriba que contribuyen al volumen en el grupo de movimientos en cuestión.” (p. 19-29)

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) dice que “ X_u es la media ponderada de la relación volumen a capacidad de todos los movimientos de la intersección corriente arriba que contribuyen con el volumen del acceso de estudio”. (p. 472)

2.2.25. Factor de ajuste por progresión (PF*).

Una buena coordinación de semáforos dará como resultado una proporción alta de grupos vehiculares que llegan en el verde. La coordinación afecta principalmente a la demora uniforme, por lo que se realiza el ajuste solo a d_1 , mediante la siguiente expresión. (Cal y Mayor, 2018, p. 470-471)

$$PF^* = f_{PA} \frac{1-P}{1-\frac{g}{C}} \text{ (Ecuación 20)}$$

Donde:

- f_{PA} : Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde.

Para el HCM 2010, se tiene:

Si $0.50 < R_p \leq 0.85$, $f_{PA} = 0.93$.

Si $1.15 < R_p \leq 1.50$, $f_{PA} = 1.15$.

Para los demás valores de R_p , $f_{PA} = 1.0$.

Para Cal y Mayor, se tiene:

Para el tipo de llegada 1, 3, 5 y 6, $f_{PA} = 1.0$.

Para el tipo de llegada 2, $f_{PA} = 0.93$.

Para el tipo de llegada 4, $f_{PA} = 1.15$.

P: Proporción de llegada durante el verde.

g/C: Relación verde/ciclo efectivo.

2.2.26. Demora uniforme (d_1).

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) nos dice que “es la que ocurriría si los vehículos llegarán uniformemente distribuidos, tal que no exista saturación durante ningún ciclo. Se determina mediante la siguiente ecuación” (p. 471).

$$d_1 = (PF^*) \frac{0.5c(1-\frac{g}{c})^2}{1-\left[\min(1, X)\frac{g}{c}\right]} \text{ (Ecuación 21)}$$

Donde:

- C: Longitud de ciclo semafórico (s).
- g/C: Relación verde/ciclo efectivo.
- X: Relación volumen – capacidad o grado de saturación.

$$X = \frac{v_{th}}{c} \text{ (Ecuación 22)}$$

Donde:

- v_{th} : Tasa de flujo de demanda actual o proyectada del grupo de carril (veh/h).
- c : Capacidad para circulación interrumpida (veh/h).

2.2.27. Demora incremental (d_2).

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) nos dice que “es la demora incremental toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen”. (p. 471).

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{4IX}{cT}} \right] \text{ (Ecuación 23)}$$

Donde:

- T : Duración del periodo de análisis (0.25 h – 1.00 h).
- I : Factor de ajuste de filtrado aguas arriba ($I=1.00$ para intersecciones aisladas).
- c : Capacidad para circulación interrumpida (veh/h).
- X : Relación volumen – capacidad o grado de saturación.

2.2.28. Demora por control (d).

Cal y Mayor y Cárdenas (2018) dice que “la demora por control incluye los movimientos a velocidades bajas y las detenciones en los accesos a la intersección, cuando los vehículos disminuyen la velocidad corriente arriba o cambian de posición en la cola”. (p. 470).

$$d = d_1 + d_2 \text{ (Ecuación 24)}$$

Donde:

- d: Demora por control (s/veh).
- d₁: Demora uniforme (s/veh).
- d₂: Demora incremental (s/veh).

2.2.29. Reducción de capacidad.

Se define como el porcentaje en el que la capacidad vial se reduce por diferentes factores. Se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$\%R_c = 1 - \frac{C_A}{C_B} \text{ (Ecuación 25)}$$

Donde:

- %R_c: Reducción de la capacidad (%).
- C_A: Capacidad vial en condición de uso de carriles como estacionamiento (veh/h).
- C_B: Capacidad vial en condiciones libres (veh/h)

2.2.30. Vehículo patrón:

Para el uso de la metodología HCM 2016 se convirtió los vehículos aforados al vehículo patrón, para ello se tiene los siguientes factores (Ver anexo 05):

Tabla 4. *Unidades Vehiculares Equivalentes*

VEHÍCULO	UVE
Bicicleta	0.30
Moto lineal	0.50
Mototaxi	0.68
Auto	1.00
Camioneta	1.30
Combi	1.25
Microbuses	2.00
Camión	3.00

Nota. Extraído de Navín 2005, Noriega 2014, Interreg North-West Europe CHIPS, 2024/ Palmetto Cycling Coalition, 2024, Zongshen Motocicletas Originales, 2024.

2.3. Marco conceptual.

El congestionamiento vehicular es una problemática que aqueja a las metrópolis de todo el mundo. Esta problemática puede observarse desde la ciudad de Cajamarca en donde las características geométricas de las calles y avenidas no dan abasto para la gran cantidad de vehículos que transitan, así como el desorden y caos del transporte público urbano. También esta problemática se puede observar en la ciudad de Lima, capital del Perú, una mega metrópoli en donde viven aproximadamente 11 millones de personas y diariamente existe un congestionamiento vehicular a la cual tratan de brindar diferentes soluciones para mitigar esta problemática. También, grandes ciudades en el mundo tienen problemas de congestionamiento vehicular, como la ciudad de Nueva York, debido a la gran concentración de millones de personas que demandan un sistema de transporte urbano adecuado.

Las personas buscan vivir en las ciudades donde se ofrecen mejor calidad de vida y mayores oportunidades de progreso, realizar un planeamiento vial es crucial para el crecimiento urbano adecuado de estas ciudades. Cada vía debe estar diseñada con las proyecciones de población futura que permitan sostener la demanda vehicular a largo plazo y que no exista un congestionamiento vehicular.

El congestionamiento vehicular se puede dar por diferentes factores, para este estudio se toma el uso de carriles como estacionamiento, este hecho hace que las vías no reciban la cantidad de flujo vehicular con las que fueron diseñadas reduciendo su capacidad y nivel de servicio, lo que se traduce en insatisfacción en el uso de estas vías por los conductores y peatones. Es importante el estudio de los valores de capacidad, nivel de servicio y carriles que se usan como estacionamiento para el congestionamiento vehicular.

2.4. Definición de términos básicos.

Romana et al. brinda las siguientes definiciones en el Manual de Capacidad de Carreteras en su traducción al español:

- **Acceso:** Cualquier ramal de entrada, acceso directo a una propiedad colindante, garaje o vivienda, etc., situado en cualquier de los márgenes de una carretera o de una vía urbana. (Romana et al, 2017, p. 455)
- **Ancho de carril:** Ancho existente entre las marcas longitudinales que definen un carril dado. (Romana et al, 2017, p. 455)
- **Calidad de servicio:** Descripción de como de bien (o de mal) funciona una infraestructura de transporte o un servicio, desde el punto de vista del usuario de dicha infraestructura. (Romana et al, 2017, p. 485)
- **Calzada:** Parte de una carretera diseñada o empleada normalmente para la circulación o estacionamiento de vehículos de motor, excluyendo las acras laterales, bermas y arcenes (aun cuando estos sean utilizados por bicicletas o cualquier otro vehículo cuya fuerza motora sea humana). (Romana et al, 2017, p. 487)
- **Capacidad en vehículos:** Número máximo de vehículos capaces de atravesar un punto o sección durante un período de tiempo dado bajo condiciones reales de pavimento, tráfico y regulación. (Romana et al, 2017, p. 499)
- **Ciclo:** Secuencia completa de fases de un semáforo (Romana et al, 2017, p. 464).
- **Cola:** Hilera de vehículos, ciclistas o peatones que deben esperar para ser atendidos debido al tipo de regulación, a un cuello de botella en la circulación, o a otras causas. (Romana et al, 2017, p. 485)

- **Colapso:** Condiciones extremas de régimen saturado en las cuales cesa todo movimiento. (Romana et al, 2017, p. 459)
- **Demanda:** Número de vehículos u otros usuarios de una vía que desean utilizar un elemento viario durante un periodo de tiempo específico, normalmente una hora o quince minutos. (Romana et al, 2017, p. 464)
- **Demora:** Tiempo de recorrido adicional experimentando por un conductor, usuario de un transporte, ciclista o peatón más allá del requerido desplazándose a la velocidad deseada. (Romana et al, 2017, p. 464)
- **Flujo libre:** Flujo de tráfico que no se ve afectado por las condiciones existentes corriente arriba o abajo. (Romana et al, 2017, p. 469)
- **Grupo de movimientos:** Procedimiento empleado para facilitar la introducción de datos consistente en organizar en grupos los movimientos existentes en intersecciones con semáforos. (Romana et al, 2017, p. 478)
- **Hora punta:** Hora del día en el que se produce la mayor intensidad. (Romana et al, 2017, p. 481)
- **Mediana:** Espacio localizado en mitad de una vía cuya función será de separar dos corrientes de tráfico opuestas o dos calzadas destinadas a tráficos opuestos. (Romana et al, 2017, p. 477)
- **Parada (de autobús):** Espacio situado en vía urbana habilitado para que uno o más autobuses puedan detenerse simultáneamente y realizar transbordo de pasajeros. Pueden clasificarse en dos tipos: paradas en el propio carril, y apartaderos. (Romana et al, 2017, p. 460)
- **Período de análisis:** Periodo de tiempo más adecuado (normalmente 15 minutos) tomado como referencia para evaluar las condiciones de circulación de una infraestructura (capacidad y nivel de servicio). (Romana et al, 2017, p. 456)

- **Régimen libre:** Condiciones de tráfico en las que a) la intensidad de llegada sea inferior a la capacidad de una sección o tramo; b) no existan colas residuales, y c) no se vea afectado por las condiciones existentes corriente abajo. (Romana et al, 2017, p. 498)
- **Régimen saturado:** Flujo de tráfico producido cuando: a) la intensidad de llegada excede la capacidad de un elemento o un tramo viario; b) la cola formada a partir de unas condiciones de circulación saturada; c) una corriente de tráfico afectada por las condiciones existentes corrientes abajo. (Romana et al, 2017, p. 480)
- **Saturación:** Flujo lento o circulación densa originada cuando la demanda alcanza o sobrepasa la capacidad de un elemento viario (condiciones de circulación en régimen saturado). (Romana et al, 2017, p. 462)
- **Tiempo de recorrido:** Tiempo empleado por un vehículo en recorrer una determinada longitud de carretera excluyendo cualquier demora provocada por algún dispositivo de regulación. (Romana et al, 2017, p. 488)
- **Tramos urbanos:** Tramos de vías urbanos con una densidad relativamente alta de accesos para vehículos a viviendas, etc. Se caracterizan por la presencia de elementos que interrumpen el tráfico de forma periódica, con una separación inferior a dos millas entre estos. (Romana et al, 2017, p. 499)
- **Vía urbana:** Calzada urbana con una relativamente alta densidad de accesos para vehículos a viviendas o garajes, localizadas en áreas urbanas, y en las que el distanciamiento de semáforos o señales de stop o ceda el paso es inferior a dos millas. (Romana et al, 2017, p. 499)

CAPÍTULO III

3. PLANTEAMIENTO DE LA(S) HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis.

La Av. El Maestro, entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca, presenta una capacidad vial menor a 1800 veh/h y un nivel de servicio “F”, por el uso de carriles como estacionamiento, según la metodología del HCM 2016.

3.2. Variables/categorías.

- Capacidad vial.
- Nivel de servicio.

3.3. Operacionalización/ categorización de los componentes de la hipótesis.

Cuadro 2. Operacionalización de las variables

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO – 2019					
HIPÓTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES/CATEGORÍAS	DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES/CATEGORÍAS			
		VARIABLES/ CATEGÓRICAS	DIMENSIONES/ FACTORES	INDICADORES/ CUALIDADES	FUENTE O INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Hipótesis General: La Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca presenta una capacidad vial menor a 1800 veh/h y un nivel de servicio “F”, por el uso de carriles como estacionamiento, según la metodología del HCM 2016.	Es una medida de la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).	Nivel de Servicio.	Velocidad de Viaje.	Km/hora de la velocidad de viaje.	Metodología HCM 2016.
			Velocidad Base de Flujo Libre.	Km/hora de la velocidad base de flujo libre.	Metodología HCM 2016.
			Grado de saturación.	Porcentaje de grado de saturación.	Metodología HCM 2016.
	Es la cantidad de vehículos que transitan, en un tiempo determinado, por una sección transversal de la vía en estudio. (Romana et al, 2017).	Capacidad vial.	Cantidad de carriles disponibles para el uso del flujo vehicular.	Número de carriles disponibles para el uso del flujo vehicular.	Medición de la sección transversal de la vía en estudio.
			Flujo de saturación.	Veh/h/ln del flujo de saturación (“ln” significa “por carril”)	Constante según bibliografía.
			Proporción efectiva verde-longitud del ciclo.	Relación del tiempo de verde y ciclo semafórico.	Medición del ciclo semafórico.

CAPÍTULO IV

4. MARCO METODOLÓGICO

Vía de Estudio: Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca.

Ubicación geográfica:

DATUM : WGS84

Coordenadas de inicio: Av. Los Héroes.

a. Coordenadas UTM:

- Este : 774656.829 m
- Norte : 9207731.632 m
- Altitud : 2722.58 m.s.n.m.

b. Coordenadas geográficas:

- Latitud (S) : 7° 9' 28.6''
- Longitud (W) : 78° 30' 47.6''
- Altitud : 2722.58 m.s.n.m.

Coordenadas de término: Jr. El Inca.

a. Coordenada UTM:

- Este : 774912.220 m
- Norte : 9207968.631 m
- Altitud : 2707.01 m.s.n.m.

b. Coordenadas geográficas:

- Latitud (S) : 7° 9' 20.8''
- Longitud (W) : 78° 30' 39.4''
- Altitud : 2707.01 m.s.n.m.

Figura 7. Ubicación de la vía en estudio Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca

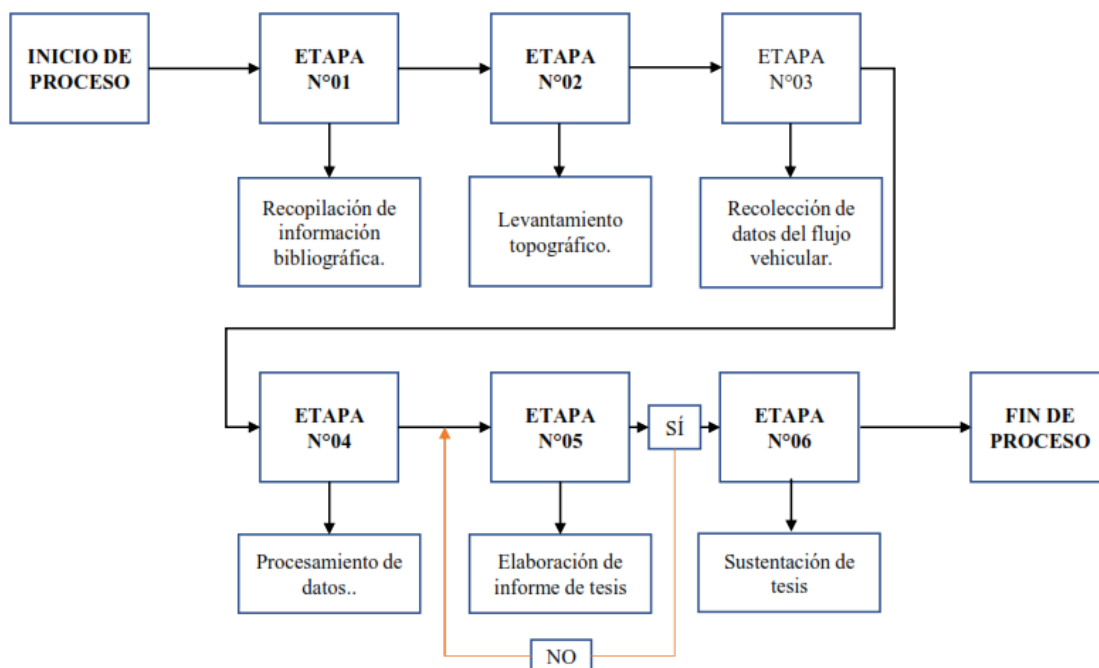


Nota. Google Earth, ciudad de Cajamarca, 2024

4.1. Diseño de investigación.

Se utilizó un diseño de investigación descriptivo-transversal para describir la situación actual de la capacidad y nivel de servicio de la vía de estudio.

Figura 8. Flujoograma de proceso



Etapa 01: de recolección de información: Se procederá a la etapa de recopilar y recoger información para dar respuesta al problema de investigación. Para ello se estudiará el manual de Capacidad de Carreteras *HCM* 2016 6ta y 7ma edición y bibliografía complementaria.

Etapa 02: de recolección de datos: Se procederá a realizar el aforo manual vehicular para obtener la cantidad de vehículos que transitan por la vía en estudio a lo largo de 7 días desde las 6:30 a.m. hasta las 8:30 p.m. (14 horas) desde el 25/11/2023 al 01/12/2023. Además, se procederá a realizar las medidas de las secciones transversales. (Ver anexo N°1 y N°2)

Etapa 03: levantamiento topográfico: Levantamiento topográfico de la vía en estudio.

Etapa 04: de procesamiento de datos: En gabinete se procesará la información recopilada para obtener los datos necesarios para dar respuesta al problema de investigación. Para esto se aplicará las metodologías y teorías recopiladas en la etapa 1.

Etapa 05: elaboración del informe de investigación: Al terminar el procesamiento de datos se plasma en un informe de investigación describiendo las conclusiones a las que llega el tema de investigación, además se incluirá fotografías y planos.

4.2. Método de investigación.

El tipo de investigación realizado es cuantitativo, ya que se utilizó un enfoque matemático utilizando los datos de aforo vehicular y características geométricas de la vía de estudio Av. El Maestro entre las intersecciones semaforizadas de la Av. Los Héroes y Jr. El Inca y transformarlos en los resultados que se quiere obtener.

4.3. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación.

Cuadro 3. Población, Muestra, Unidad de Análisis y de Observación

Población, Muestra, Unidad de Análisis y de Observación	
Población	Las avenidas de la ciudad de Cajamarca.
Muestra	Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca.
Muestreo	Tránsito de vehículos aleatorios.
Unidad de análisis	Capacidad vial y nivel de servicio.
Unidad de observación	Congestión vehicular ocasionado por el uso de carriles como estacionamiento improvisado.

4.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.

- Formato Anexo N°01 para recopilación de datos del aforo vehicular durante una semana.
- Levantamiento topográfico para recopilación de datos de las características geométricas del tramo de vía en estudio.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

- Identificación de los sentidos de flujo vehicular en las intersecciones semaforizadas: Av. Los Héroes y Jr. El Inca y las intersecciones no semaforizadas: Jr. Amazonas y Jr. Progreso.
- Realización de los planos para la obtención de los datos de las características geométricas del tramo de vía en estudio.
- Utilización de la metodología HCM 2016, 6ta y 7ma edición, para obtener la capacidad vial y nivel de servicio del tramo de vía en estudio.

4.6. Equipos, materiales, insumos, etc.

Se utilizó:

- Estación total, trípode, prisma, GPS y wincha.
- Laptop, plotter, impresora y materiales de escritorio.

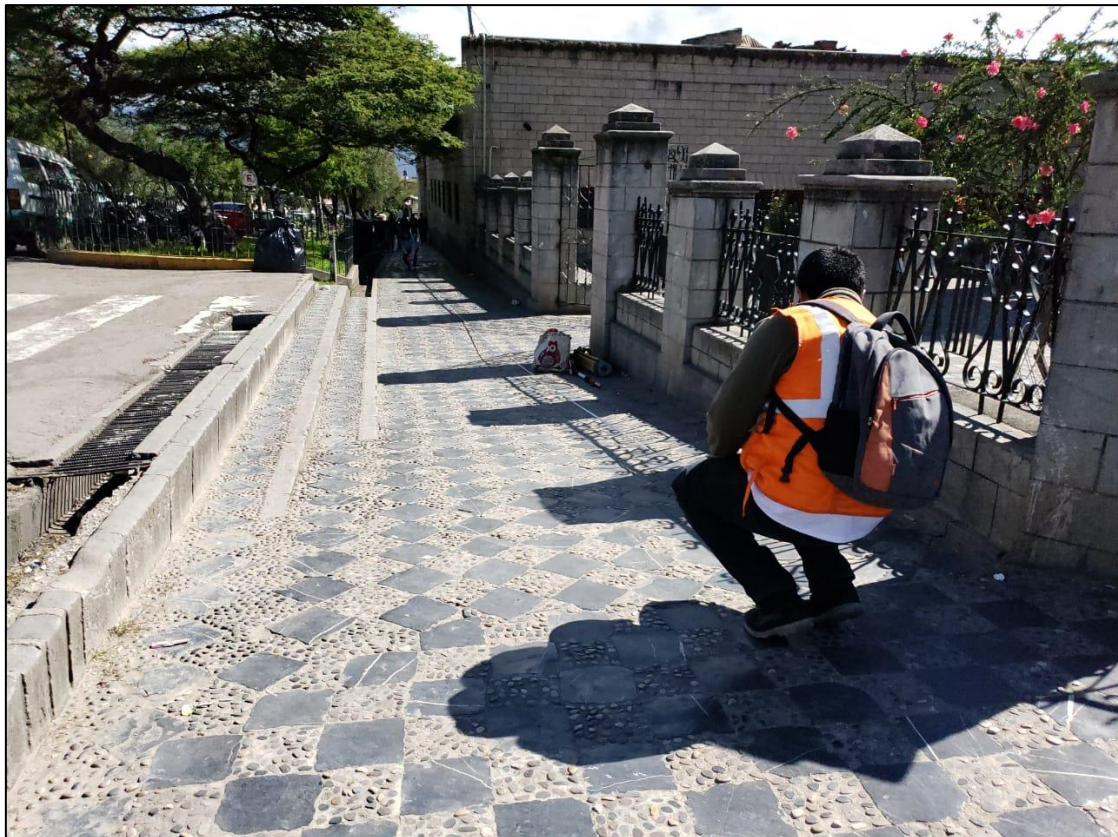
Figura 9. *Uso de estación total en la vía de estudio*



Figura 10. Georreferenciación usando GPS



Figura 11. Realización de las medidas geométricas de la vía de estudio



4.7. Matriz de consistencia metodológica.

Cuadro 4. Matriz de consistencia

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO – 2023									
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES/CATEGORÍAS	VARIABLES/CATEGORÍAS	DIMENSIONES/FACTORES	INDICADORES/CUALIDADES	FUENTE O INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cuál es la capacidad y nivel de servicio de la Avenida El Maestro entre la Avenida Los Héroes y Jirón El Inca, por el uso de carriles como estacionamiento?	Objetivo General: Determinar la capacidad y nivel de servicio de la Avenida El Maestro entre La Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca, por el uso de carriles como estacionamiento.	Hipótesis General: La Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca presenta una capacidad vial menor a 1800 veh/h y un nivel de servicio "F", por el uso de carriles como estacionamiento, según la metodología del HCM 2016.	Es una medida de la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito. (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).	Nivel de Servicio.	Velocidad de Viaje.	Milla/hora de la velocidad de viaje.	Metodología HCM 2016.	Se aplicará el método de cuantitativo. El diseño de la investigación es descriptivo-transversal.	Población: Las avenidas de la ciudad de Cajamarca. Muestra: Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca.
					Velocidad Base de Flujo Libre.	Milla/hora de la velocidad base de flujo libre.	Metodología HCM 2016.		
					Grado de saturación.	Porcentaje de grado de saturación.	Metodología HCM 2016.		
				Capacidad vial.	Cantidad de carriles disponibles para el uso del flujo vehicular.	Número de carriles disponibles para el uso del flujo vehicular.	Medición de la sección transversal de la vía en estudio.		
					Flujo de saturación.	Veh/h/ln del flujo de saturación ("ln" significa "por carril")	Constante según bibliografía		
					Proporción efectiva verde-longitud del ciclo.	Relación del tiempo de verde y ciclo semafórico.	Medición del ciclo semafórico		

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados.

El tramo de estudio se dividió en subsegmentos debido a que las características geométricas del tramo Av. Los Héroes-Jr. Amazonas es diferentes al tramo Jr. Amazonas-Jr. El Inca. Así se tiene los siguientes subsegmentos:

- SS1: Av. Los Héroes – Jr. Amazonas (Sentido de ida →).
- SS2: Jr. Amazonas – Av. Los Héroes (Sentido de vuelta ←).
- SS3: Jr. Amazonas – Jr. El Inca (Sentido de ida →).
- SS4: Jr. El Inca – Jr. Amazonas (Sentido de vuelta ←).

A. Nivel de servicio en condiciones normales.

Para la comprensión de la obtención de los resultados, se procedió a detallar el cálculo dando como ejemplo el primer subsegmento, y luego, como el procedimiento es repetitivo, para los siguientes subsegmentos se colocó directamente el resultado en las tablas.

5.1.1. Medidas geométricas.

Tabla 5. Longitud del subsegmento

Subsegmento	L(m)	L(pies)
SS1	185.78	609.51
SS2	146.48	480.58
SS3	193.03	633.30
SS4	209.99	688.94

Tabla 6. Ancho de intersección aguas arriba

Subsegmento	Wi(m)	Wi(pies)
SS1	10.86	35.63
SS2	0.00	0.00
SS3	0.00	0.00
SS4	10.49	34.42

Usando la ecuación 2 se tiene:

$$L_{adj} = 609.51 \text{ pies} - 35.63 \text{ pies} = 573.88 \text{ pies}$$

$$L_{adj} = 573.88 \text{ pies} \cdot 0.3048 \text{ m/pie} = 174.92 \text{ m}$$

Tabla 7. Longitud ajustada del subsegmento

Subsegmento	Ladj(pies)	Ladj(m)
SS1	573.88	174.92
SS2	480.58	146.48
SS3	633.30	193.03
SS4	654.53	199.50

Tabla 8. Longitud de mediana restrictiva

Subsegmento	L _{rm} (m)	L _{rm} (pies)
SS1	156.70	514.11
SS2	134.62	441.67
SS3	0.00	0.00
SS4	0.00	0.00

Usando la ecuación 9 se obtuvo p_{rm}:

$$p_{rm,SS1} = \frac{514.11 \text{ pies}}{573.88 \text{ pies}} = 0.90$$

Tabla 9. Proporción del subsegmento con mediana restrictiva

Subsegmento	p _{rm}
SS1	0.90
SS2	0.92
SS3	0.00
SS4	0.00

Tabla 10. Longitud de bordillo a la derecha del subsegmento

Subsegmento	L _{curb} (m)	L _{curb} (pies)
SS1	132.68	435.30
SS2	133.83	439.07
SS3	134.48	441.21
SS4	124.69	409.09

Usando la ecuación 8 se tuvo:

$$p_{\text{curb}} = \frac{435.30 \text{ pies}}{573.88 \text{ pies}} = 0.76$$

Tabla 11. Proporción del subsegmento con bordillo a la derecha

Subsegmento	p _{curb}
SS1	0.76
SS2	0.91
SS3	0.70
SS4	0.63

Tabla 12. Número de puntos de acceso lado derecho

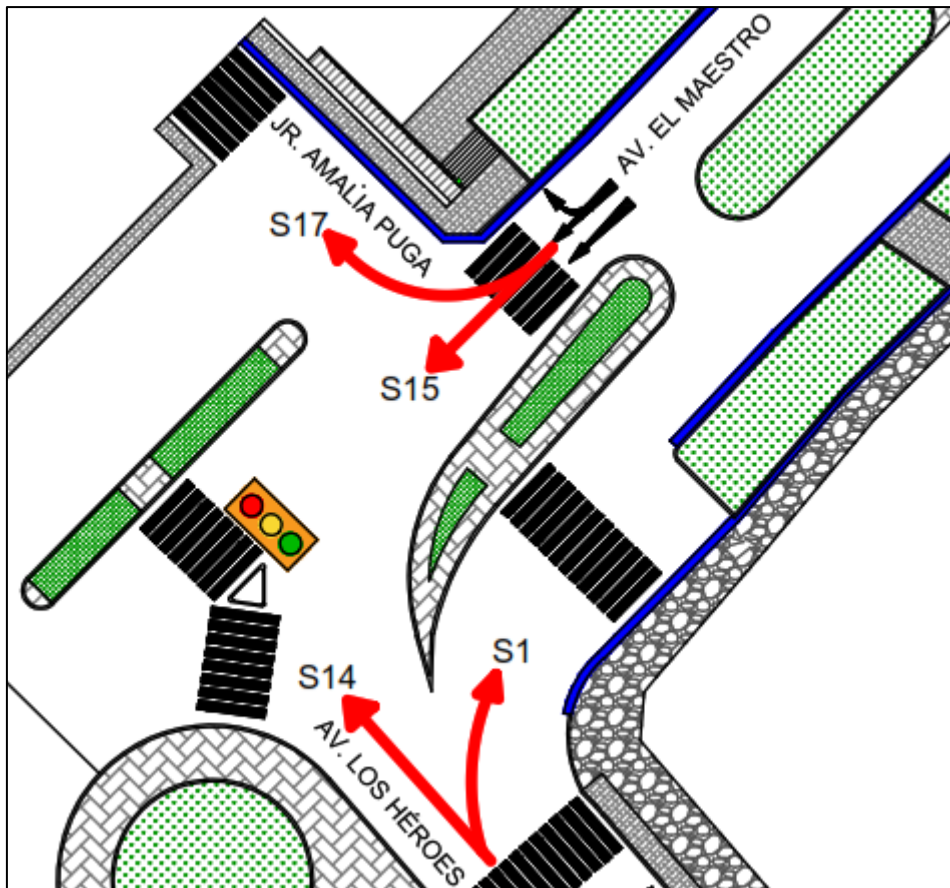
Subsegmento	N _{ap}
SS1	0.00
SS2	0.00
SS3	1.00
SS4	0.00

5.1.2. Aforo vehicular

Se realizó el aforo vehicular por sentido de flujo vehiculares en cada intersección semaforizada y no semaforizada.

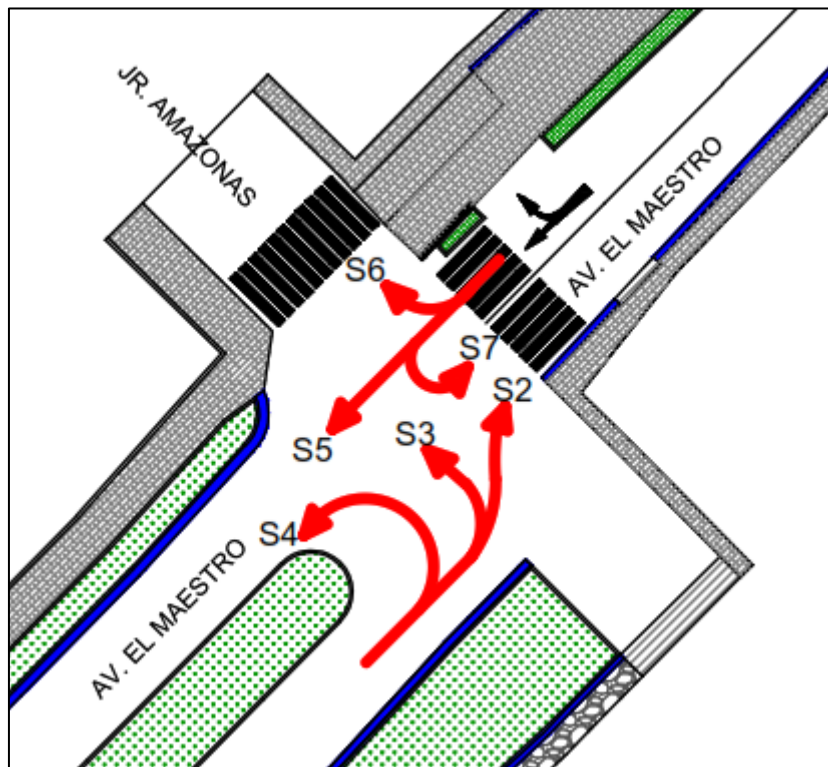
- Subsegmento 1: S1
- Subsegmento 2: S4+S5
- Subsegmento 3: S2+S7+S8
- Subsegmento 4: S9+S10+S11

Figura 12. Sentidos de flujo vehicular intersección semaforizada Av. Los Héroes



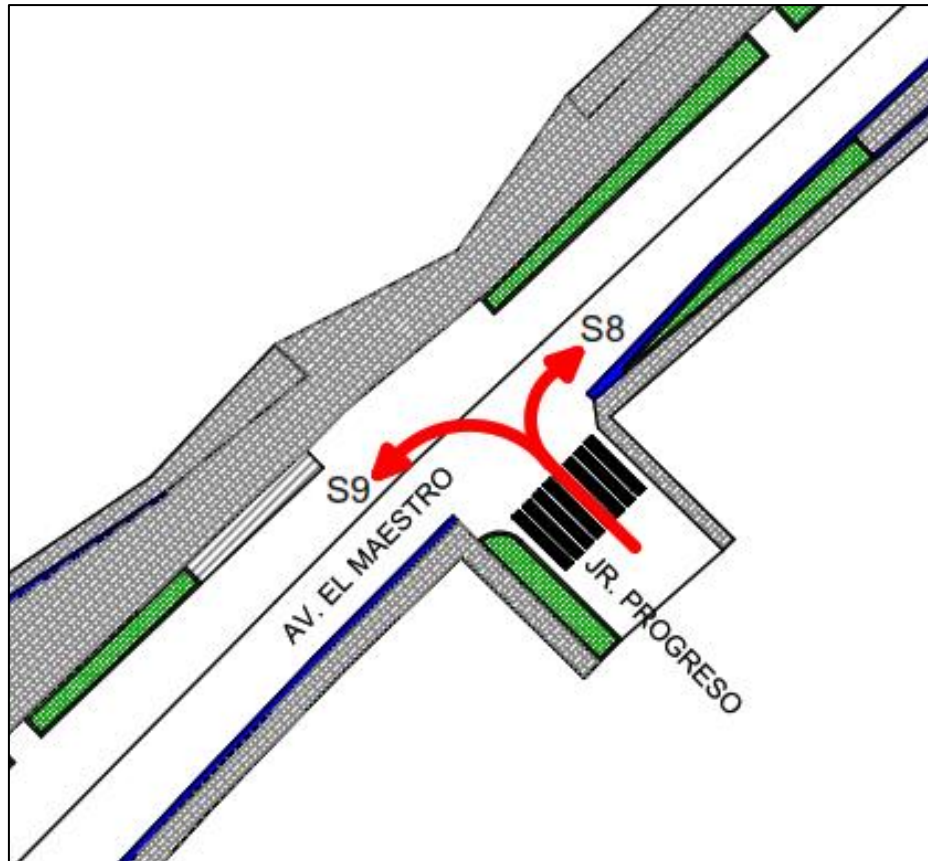
Nota. "S" es el sentido de flujo vehicular.

Figura 13. Sentidos de flujo vehicular intersección no semaforizada Jr. Amazonas



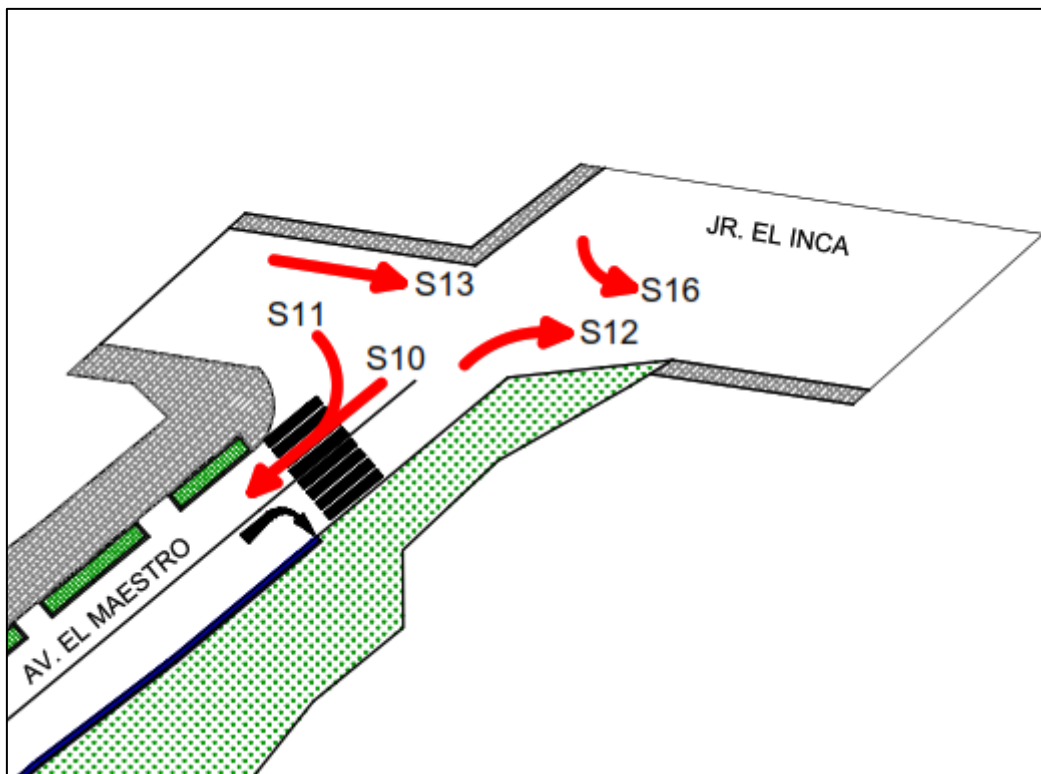
Nota. "S" es el sentido de flujo vehicular.

Figura 14. Sentidos de flujo vehicular intersección no semaforizada Jr. Progreso



Nota. "S" es el sentido de flujo vehicular.

Figura 15. Sentidos de flujo vehicular intersección semaforizada Jr. El Inca



Nota. "S" es el sentido de flujo vehicular.

1. Aforo vehicular semanal.

1.1. Aforo vehicular semanal sin conversión al vehículo patrón.

a. Aforo de bicicletas.

Tabla 13. Aforo semanal de bicicletas

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	51	21	15	47	6	62	123	25	98	448
Domingo	30	11	10	73	9	42	42	12	84	313
Lunes	125	57	22	24	13	21	24	24	15	325
Martes	54	27	0	55	21	46	65	42	67	377
Miércoles	96	48	0	40	35	35	42	27	40	363
Jueves	77	26	25	44	36	42	90	33	59	432
Viernes	82	41	0	47	29	30	44	68	29	370
Total										2628

b. Aforo de motos lineales

Tabla 14. Aforo semanal de motos lineales

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	1014	309	59	105	22	149	456	372	59	2545
Domingo	246	61	49	91	10	25	287	328	60	1157
Lunes	866	535	49	530	32	565	2523	780	443	6323
Martes	1273	416	70	967	34	362	1896	1015	508	6541
Miércoles	1399	519	77	991	32	346	1938	1042	430	6774
Jueves	1505	473	178	1121	14	411	2591	1270	485	8048
Viernes	1448	532	100	655	34	325	2494	789	505	6882
Total										38270

c. Aforo de mototaxis

Tabla 15. Aforo semanal de mototaxis

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	1647	457	102	4546	11	210	1588	1984	96	10641
Domingo	1198	395	89	3615	4	186	241	789	180	6697
Lunes	4244	2499	166	4000	41	249	812	2900	677	15588
Martes	3096	1146	162	2778	18	220	882	2425	577	11304
Miércoles	3065	968	159	3696	34	305	645	2630	614	12116
Jueves	3402	1255	202	3331	38	374	823	2642	494	12561
Viernes	3322	1221	196	1660	44	194	517	1141	523	8818
Total										77725

d. Aforo de autos

Tabla 16. *Aforo semanal de automóviles*

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	1618	371	62	3994	2	240	1769	991	871	9918
Domingo	884	155	55	1975	0	547	2033	740	357	6746
Lunes	1529	839	36	3787	10	529	1373	2389	760	11252
Martes	1542	478	79	4422	20	234	1722	1174	573	10244
Miércoles	1679	452	86	3706	15	337	1778	2012	627	10692
Jueves	1259	302	60	2199	11	291	1552	1194	502	7370
Viernes	1969	585	65	1652	12	199	1184	647	537	6850
Total										63072

e. Aforo de camionetas

Tabla 17. *Aforo semanal de camionetas*

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	157	52	45	55	0	60	153	175	44	741
Domingo	180	66	37	54	0	74	124	189	40	764
Lunes	252	146	2	861	0	121	588	494	55	2519
Martes	425	167	15	1317	0	59	255	249	66	2553
Miércoles	303	108	5	1295	0	103	530	443	57	2844
Jueves	473	202	51	1291	0	92	254	199	59	2621
Viernes	426	152	52	724	0	74	380	271	58	2137
Total										14179

f. Aforo de combis

Tabla 18. *Aforo semanal de combis*

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	98	36	26	253	0	1278	213	1791	33	3728
Domingo	29	13	0	135	0	629	60	756	48	1670
Lunes	995	594	0	1671	0	762	113	1502	76	5713
Martes	200	101	0	1568	0	2291	149	1489	79	5877
Miércoles	144	46	0	2053	0	2216	152	1978	80	6669
Jueves	125	45	40	1796	0	1983	112	1740	80	5921
Viernes	134	49	36	2293	0	1445	100	1312	72	5441
Total										35019

g. Aforo de Microbuses

Tabla 19. *Aforo semanal de microbuses*

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	16	5	5	28	0	19	0	12	40	125
Domingo	12	6	0	45	0	18	0	10	45	136
Lunes	90	49	0	85	0	16	0	26	61	327
Martes	74	37	0	85	0	74	0	26	60	356
Miércoles	62	31	0	128	0	0	0	49	79	349
Jueves	91	33	29	98	0	37	37	24	77	426
Viernes	62	32	0	119	0	66	0	49	70	398
Total										2117

h. Aforo de camiones

Tabla 20. *Aforo semanal de camiones*

Día	S1	S2	S4	S5	S7	S8	S9	S10	S11	Sub Total
Sábado	20	6	6	22	0	24	37	22	15	152
Domingo	10	4	0	30	0	7	0	19	49	119
Lunes	80	37	0	53	0	42	42	28	62	344
Martes	40	17	0	48	0	41	41	26	46	259
Miércoles	101	39	0	91	0	42	58	65	56	452
Jueves	87	28	29	61	0	37	62	23	53	380
Viernes	67	28	0	106	0	46	68	93	50	458
Total										2164

Se procedió a obtener el resumen vehicular semanal en el cual se observó que el porcentaje de camiones es muy bajo y los mototaxis tienen la mayor cantidad.

Tabla 21. *Volumen vehicular semanal por tipo de vehículo*

Vehículo	Volumen	Porcentaje %
Bicicleta	2628	1.12%
Moto lineal	38270	16.27%
Mototaxi	77725	33.05%
Automóvil	63072	26.82%
Camioneta	14179	6.03%
Combi	35019	14.89%
Microbús	2117	0.90%
Camión	2164	0.92%
Total	235174	100.00%

1.2. Conversión al vehículo patrón del aforo vehicular semanal

Se utilizó los factores de la tabla N°04 para convertir los datos del flujo vehicular al vehículo patrón (automóvil). Se utilizó como ejemplo los siguientes valores para comprender el procedimiento.

$$\text{Vehículo Patrón}_{\text{Bicicleta}} = 51 \cdot 0.30 = 15$$

$$\text{Vehículo Patrón}_{\text{Bicicleta,total}} = 2628 \cdot 0.30 = 788$$

Tabla 22. Conversión a vehículo patrón

Vehículo	Volumen Vehicular	UVE	Volumen Vehicular según Vehículo Patrón
Bicicleta	2628	0.30	788
Moto lineal	38270	0.50	19135
Mototaxi	77725	0.68	52853
Automóvil	63072	1.00	63072
Camioneta	14179	1.30	18433
Combi	35019	1.25	43774
Microbús	2117	2.00	4234
Camión	2164	3.00	6492
Total	235174		208781

a. Aforo vehicular semanal según vehículo patrón

En el anexo N°02 se obtuvo la hora de máxima demanda, así como el grado de saturación aguas arriba considerando el aforo vehicular convertido a vehículo patrón.

Figura 16. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 1

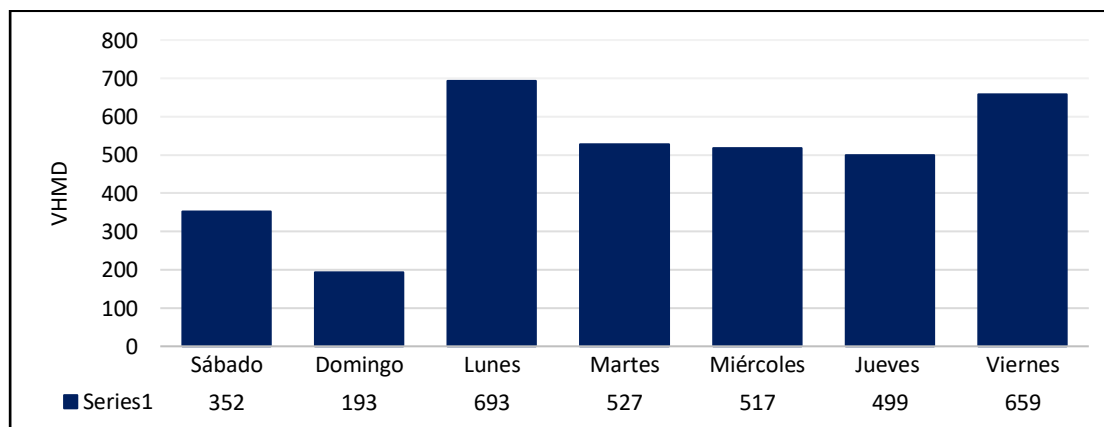


Figura 17. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 2

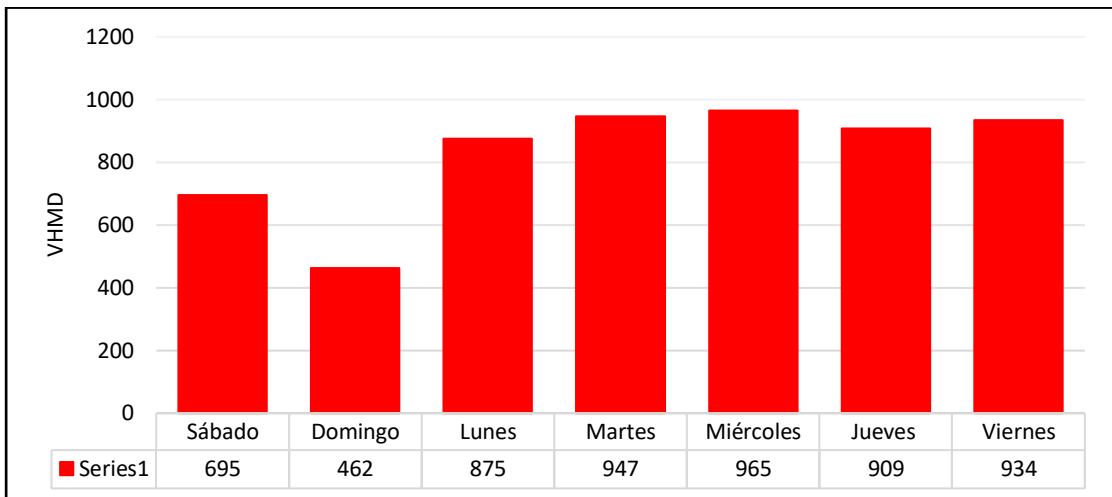


Figura 18. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 3

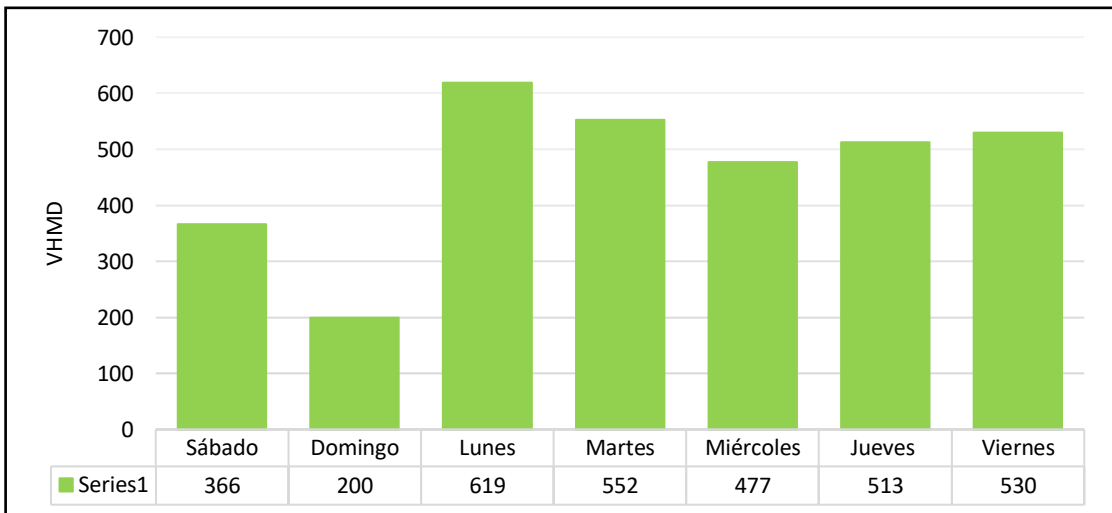
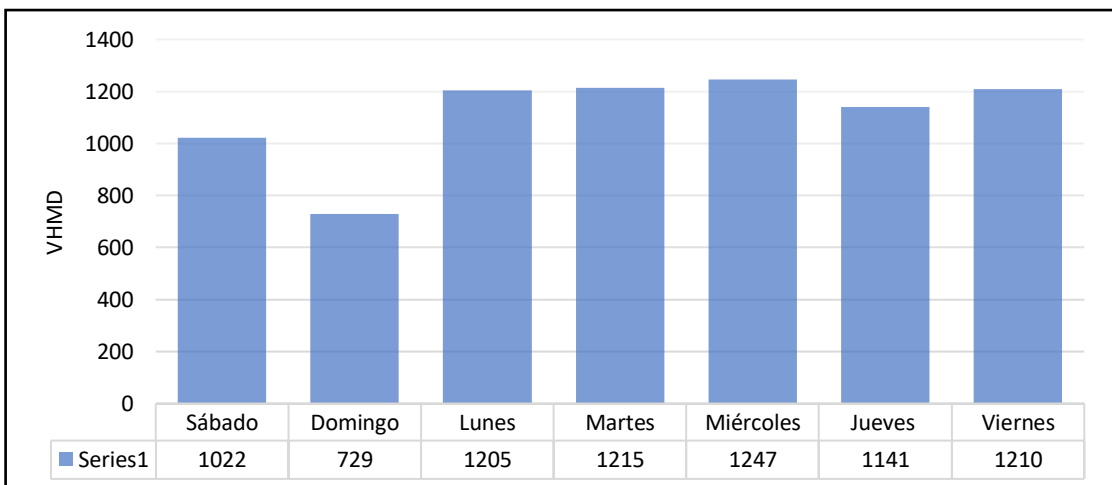


Figura 19. Volumen horario de máxima demanda del subsegmento 4



1.3. Horario de máxima demanda de acuerdo con el flujo vehicular convertido a vehículo patrón

Ver anexo N°02 en el cual se muestra el aforo vehicular convertido a vehículo patrón y en el cual se puede encontrar la hora de máxima demanda por subsegmento.

Tabla 23. Hora de máxima demanda por subsegmento

Subsegmento	Día	VHMD	Hora de Máxima Demanda
SS1	Lunes	693 veh/h	12:30 pm – 1:30 pm
SS2	Miércoles	965 veh/h	8:45 am – 9:45 am
SS3	Lunes	619 veh/h	7:15 am - 8:15 am
SS4	Miércoles	1247 veh/h	6:30 pm – 7:30 pm

5.1.3. Número de carriles por segmento

Figura 20. Sección transversal de la Av. Los Héroes – Jr. Amazonas

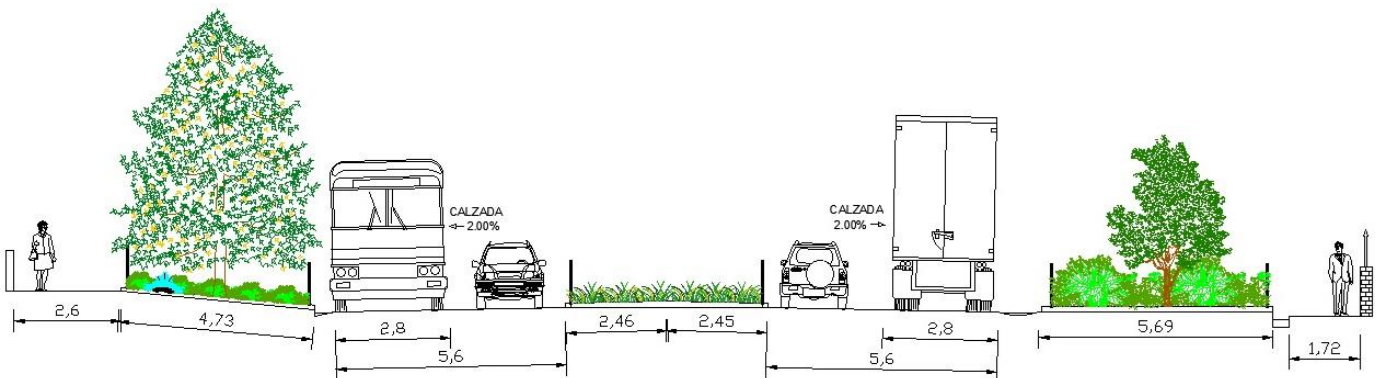
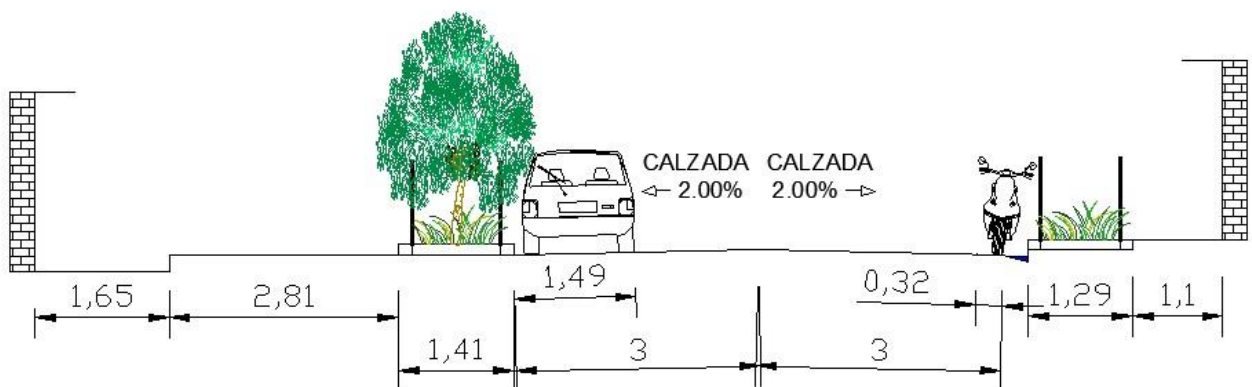


Figura 21. Sección transversal del Jr. Amazonas – Jr. El Inca



No se utilizó el ancho total de los carriles, por lo que se obtuvo los siguientes resultados (Ver anexo N°3):

$$N_{th} = 1 - \frac{1.49 \text{ m}}{3.00 \text{ m}} = 0.50$$

Tabla 24. *Número de Carriles de cada subsegmento*

Subsegmento	N_{th} en CN
SS1	1.00
SS2	1.00
SS3	0.50
SS4	0.89

5.1.4. Retraso total por puntos de acceso (Σd_{ap})

Se utilizó la tabla 2 para interpolar y se tuvo el siguiente resultado.

$$\sum d_{ap,SS1} = \left(\frac{693 \text{ veh/h} - 600 \text{ veh/h}}{700 \text{ veh/h} - 600 \text{ veh/h}} \right) (0.72 \text{ s/veh} - 0.41 \text{ s/veh}) + 0.41 \text{ s/veh}$$

$$\sum d_{ap,SS1} = 0.70 \text{ s/veh}$$

Tabla 25. *Retraso total por puntos de acceso por subsegmentos*

Subsegmento	Σd_{ap} (s/veh)
SS1	0.70
SS2	1.54
SS3	0.29
SS4	1.05

5.1.5. Velocidad

a. Velocidad límite (S_{pl})

$$S_{plSS1} = 30 \text{ km/h} * 0.621371 \text{ mi/h/ km/h} = 18.64 \text{ mi/h}$$

Tabla 26. *Velocidad límite por subsegmento*

Subsegmento	S_{pl} (km/h)	S_{pl} (mi/h)
SS1	30	18.64
SS2	30	18.64
SS3	30	18.64
SS4	30	18.64

b. Velocidad constante (S_o)

Se utilizó la ecuación 3 para obtener:

$$S_{o,SS1} = 25.6 + 0.47 * 18.64 \text{ mi/h} = 34.36 \text{ mi/h}$$

$$S_{o,SS1} = 34.36 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 55.30 \text{ km/h}$$

Tabla 27. Velocidad constante por subsegmento

Subsegmento	S_o (mi/h)	S_o (km/h)
SS1	34.36	55.30
SS2	34.36	55.30
SS3	34.36	55.30
SS4	34.36	55.30

5.1.6. Densidad de puntos de acceso (D_a)

Se utilizó la ecuación 11 para obtener D_a :

$$D_a = 5,280 \frac{(0.00)}{573.88 \text{ pies}} = 0.00 \text{ puntos de acceso por milla}$$

$$D_a = 0.00 \text{ pto/mi} \cdot \frac{1 \text{ mi}}{1.60934 \text{ km}} = 5.18 \text{ pto/km}$$

Tabla 28. Densidad de puntos de acceso por subsegmento

Subsegmento	D_a (pto/mi)	D_a (pto/km)
SS1	0.00	0.00
SS2	0.00	0.00
SS3	8.34	5.18
SS4	0.00	0.00

5.1.7. Factor de ajuste para la sección transversal (f_{cs})

Se utilizó la ecuación 10 para obtener f_{cs} :

$$f_{cs,SS1} = 1.5 * 0.90 - 0.47 * 0.76 - 3.7 * 0.90 * 0.76 = -1.53 \text{ mi/h}$$

$$f_{cs,SS1} = -1.53 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = -2.46 \text{ km/h}$$

Tabla 29. Factor de ajuste para la sección transversal por subsegmento

Subsegmento	f_{cs} (mi/h)	f_{cs} (km/h)
SS1	-1.53	-2.46
SS2	-2.16	-3.47
SS3	-0.33	-0.53
SS4	-0.29	-0.47

5.1.8. Factor de ajuste por puntos de acceso

Se utilizó la ecuación 12 para obtener f_A :

$$f_{A,SS1} = -0.078 * \frac{0.00 \text{ puntos de acceso/mi}}{1.00} = 0.00 \text{ mi/h}$$

$$f_{A,SS1} = 0.00 \text{ mi/h} \cdot \frac{1.60934 \text{ km}}{1 \text{ mi}} = 0.00 \text{ km/h}$$

Tabla 30. Factor de ajuste por puntos de acceso por subsegmento

Subsegmento	f_A (mi/h)	f_A (km/h)
SS1	0.00	0.00
SS2	0.00	0.00
SS3	-1.29	-2.08
SS4	0.00	0.00

5.1.9. Velocidad base de flujo libre (S_{fo}).

$$L_{pk} = \frac{161.83 \text{ m}}{0.3048 \text{ m/pies}} = 530.94 \text{ pies}$$

Tabla 31. Longitud del subsegmento que se utiliza como estacionamiento

Subsegmento	L_{pk} (m)	L_{pk} (ft)
SS1	161.83	530.94
SS2	142.66	468.04
SS3	151.10	495.73
SS4	98.90	324.48

Se utilizó la ecuación 13 para obtener la proporción del segmento con estacionamiento en vía (P_{pk}):

$$P_{pk} = \frac{530.94 \text{ pies}}{573.88 \text{ pies}} = 0.93$$

Tabla 32. Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por subsegmento

Subsegmento	P _{pk}
SS1	0.93
SS2	0.97
SS3	0.78
SS4	0.50

Se calculó el factor de ajuste por estacionamiento $f_{pk} = -3 P_{pk}$ usando la ecuación 14:

$$f_{pk} = -3 * 0.93 = -2.78 \text{ mi/h}$$

$$f_{pk} = -2.78 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/h} = -4.47 \text{ km/h}$$

Tabla 33. Factor de ajuste por estacionamiento por subsegmento

Subsegmento	f _{pk} (mi/h)	f _{pk} (km/h)
SS1	-2.78	-4.47
SS2	-2.92	-4.70
SS3	-2.35	-3.78
SS4	-1.49	-2.39

Se utilizó la ecuación 4 para obtener el siguiente resultado.

$$S_{fo,SS1} = 0.00 \text{ mi/h} + 34.36 \text{ mi/h} - 1.53 \text{ mi/h} + 0.00 \text{ mi/h} - 2.78 \text{ mi/h}$$

$$= 30.06 \text{ mi/h}$$

$$S_{fo,SS1} = 30.06 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 48.37 \text{ km/h}$$

Tabla 34. Velocidad base de flujo libre

Subsegmento	Sfo (mi/h)	Sfo (km/h)
SS1	30.06	48.37
SS2	29.28	47.12
SS3	30.39	48.91
SS4	32.58	52.43

5.1.10. Factor de ajuste de longitud del subsegmento (f_L).

Se utilizó la ecuación 15 para obtener f_L :

$$f_L = 1.02 - \frac{4.7(30.06 \text{ mi/h} - 19.5)}{\max(609.51 \text{ pies}, 400)} = 0.94 \leq 1.0$$

Tabla 35. Factor de ajuste de longitud por subsegmento

Subsegmento	f_L
SS1	0.94
SS2	0.92
SS3	0.94
SS4	0.93

5.1.11. Velocidad de flujo libre (S_f).

Se utilizó la ecuación 5 para obtener S_f :

$$S_f = 30.06 \text{ mi/h} \cdot 0.94 = 28.21 \text{ mi/h} \geq 18.64 \text{ mi/h}$$

$$S_f = 28.21 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 45.40 \text{ km/h}$$

Tabla 36. Velocidad de flujo libre por subsegmento

Subsegmento	S_f (mi/h)	S_f (km/h)		S_{pl} (mi/h)	S_{pl} (km/h)
SS1	28.21	45.40	\geq	18.64	30.00
SS2	27.07	43.56	\geq	18.64	30.00
SS3	28.54	45.94	\geq	18.64	30.00
SS4	30.32	48.80	\geq	18.64	30.00

5.1.12. Factor de ajuste de proximidad (f_v).

Se utilizó la ecuación 16 para obtener f_v :

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{693 \text{ vh/h}}{52.8 \cdot 1 \cdot 28.21 \text{ mi/h}}\right)^{0.21}} = 1.07$$

Tabla 37. Factor de ajuste de proximidad por subsegmento

Subsegmento	f_v
SS1	1.07
SS2	1.12
SS3	1.18
SS4	1.21

5.1.13. Retraso debido a otras fuentes (d_{other})

El detalle del retraso se puede ver en el Anexo N°4

Tabla 38. Retraso debido a otras fuentes por subsegmento

Subsegmento	d_{other} (s/veh)
SS1	204.89
SS2	145.85
SS3	73.81
SS4	22.17

5.1.14. Tiempo de ejecución (t_R)

Se utilizó la ecuación 17 para obtener t_R :

$$t_{R,SS1} = \frac{6.00 - 2.00 \text{ s}}{0.0025 * 609.51 \text{ pies}} * 1.00 + \frac{3600 * 609.51 \text{ pies}}{5280 * 28.21 \frac{\text{mi}}{\text{h}}} * 1.07 + 1.27 \text{ s/veh}$$

$$+ 204.89\text{s/veh} = 223.91 \text{ s}$$

Tabla 39. Tiempo de ejecución por subsegmento

Subsegmento	t_R (s)
SS1	223.91
SS2	164.25
SS3	94.42
SS4	44.32

5.1.15. Ciclo semafórico (C)

Tabla 40. Ciclo semafórico por subsegmento

Subsegmento	Tiempo de señal semafórica			C (s)
	Verde (s)	Amarillo (s)	Rojo (s)	
SS1	57.00	3.00	29.93	89.93
SS2	42.16	3.00	42.16	87.32
SS3	57.00	3.00	29.93	89.93
SS4	42.16	3.00	42.16	87.32

5.1.16. Relación verde/ciclo/longitud efectiva (g/C)

$$g/C_{SS1} = \frac{57.00 \text{ s}}{89.93 \text{ s}} = 0.63$$

Tabla 41. *Relación verde/ciclo/longitud efectiva por subsegmento*

Subsegmento	g/C
SS1	0.63
SS2	0.48
SS3	0.63
SS4	0.48

5.1.17. Ratio de pelotón (R_P)

Para obtener el pelotón de llegada en las intersecciones semaforizadas se consideró el aforo de los sentidos “1” y “14” para Av. Los Héroes y el aforo de los sentidos “10”, “11”, “13” y “16” para el Jr. El Inca.

Se utilizó la tabla 3 para obtener las siguientes tablas. (Ver anexo N°06).

Tabla 42. *Pelotón de Llegada en la Intersección Av. Los Héroes*

Día	Pelotón de Llegada Intersección Av. Los Héroes	Tipo de Llegada
Sábado	41.14%	2
Domingo	26.17%	3
Lunes	43.09%	2
Martes	33.34%	3
Miércoles	35.58%	3
Jueves	32.77%	3
Viernes	39.00%	3

Tabla 43. *Pelotón de Llegada en la Intersección Jr. El Inca*

Día	Pelotón de Llegada Intersección Jr. El Inca	Tipo de Llegada
Sábado	37.19%	3
Domingo	23.46%	3
Lunes	39.65%	3
Martes	40.32%	2
Miércoles	34.54%	3
Jueves	35.78%	3
Viernes	33.26%	3

Debido a que el subsegmento 1 y 3 recibió un volumen vehicular de la Av. Los Héroes se tomó este pelotón de llegada para ambos subsegmentos, así también para el subsegmento 2 y 4 que recibieron volumen vehicular del Jr. El Inca.

Tabla 44. *Ratio pelotón por subsegmento*

Subsegmento	Tipo de llegada	R _p
SS1	3	1.00
SS2	3	1.00
SS3	3	1.00
SS4	3	1.00

5.1.18. Proporción de llegada durante el tiempo de verde (P).

Se utilizó la ecuación 18 para obtener la siguiente tabla.

$$P_{SS1} = 1.00 * 0.63 = 0.63$$

Tabla 45. *Proporción de llegada durante el tiempo de verde por subsegmento*

Subsegmento	P
SS1	0.63
SS2	0.48
SS3	0.63
SS4	0.48

5.1.19. Velocidad de flujo de saturación de carriles (s).

Tabla 46. *Velocidad de flujo de saturación de carriles por subsegmento*

Subsegmento	s (veh/h/ln)
SS1	1800.00
SS2	1800.00
SS3	1800.00
SS4	1800.00

Fuente: Sabando, 2017.

5.1.20. Capacidad (c).

Se utilizó la ecuación 1 para obtener:

$$c_{SS1} = 1.00 * 1800 \text{ veh/h/ln} * 0.63 = 1140.89 \text{ veh/h}$$

Tabla 47. *Capacidad por subsegmento*

Subsegmento	c (veh/h)
SS1	1140.89
SS2	869.08
SS3	574.25
SS4	776.38

5.1.21. Relación volumen – capacidad (X).

Se utilizó la ecuación 22 para obtener:

$$X_{SS1} = \frac{693 \text{ ve/h}}{1140.89 \text{ veh/h}} = 0.61$$

Tabla 48. *Relación volumen – capacidad por subsegmento*

Subsegmento	X	
SS1	0.61	60.74%
SS2	1.11	111.04%
SS3	1.08	107.79%
SS4	1.61	160.62%

5.1.22. Factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde (f_{PA}).

Se utilizó la leyenda de la ecuación 20 para obtener:

Tabla 49. *Factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde por subsegmento*

Subsegmento	f_{PA}
SS1	1.00
SS2	1.00
SS3	1.00
SS4	1.00

5.1.23. Factor de ajuste de progresión (PF*).

Se utilizó la ecuación 20 para obtener PF*:

$$PF^*_{SS1} = 1.00 * \frac{(1 - 0.63)}{(1 - 0.63)} = 1.00$$

Tabla 50. *Factor de ajuste de progresión por subsegmento*

Subsegmento	PF*
SS1	1.00
SS2	1.00
SS3	1.00
SS4	1.00

5.1.24. Demora uniforme (d_1)

Se utilizó la ecuación 21 para obtener:

$$d_{1,SS1} = 1 * \frac{0.5 * 89.93 \text{ s} * (1 - 0.63)^2}{1 - (\min(1, 0.61) * 0.63)} = 9.80 \text{ s/veh}$$

Tabla 51. Demora uniforme por subsegmento

Subsegmento	d_1 (s/veh)
SS1	9.80
SS2	22.58
SS3	16.47
SS4	22.58

5.1.25. Demora incremental (d_2)

Se obtuvo el grado de saturación ponderado de todos los movimientos aguas arriba (Anexo N°02):

Tabla 52. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba

Subsegmento	X_u
SS1	0.32
SS2	0.76
SS3	0.60
SS4	1.03

Se utilizó la ecuación 19 para obtener:

$$I = 1.0 - 0.91 * 0.32^{2.68} = 0.96 \geq 0.090$$

Tabla 53. Factor de ajuste de filtrado aguas arriba por subsegmento

Subsegmento	I
SS1	0.96
SS2	0.56
SS3	0.77
SS4	0.09

Se utilizó la ecuación 23 para obtener:

$$d_{2,SS1} = 900 * 0.25 \text{ h} * \left[(0.61 - 1) + \sqrt{(0.61 - 1)^2 + \frac{4 * 0.32 * 0.61}{1140.89 \text{ veh/h} * 0.25 \text{ h}}} \right]$$

$$= 2.31 \text{ s/veh}$$

Tabla 54. Demora incremental por subsegmento

Subsegmento	d ₂ (s/veh)
SS1	2.31
SS2	59.48
SS3	55.95
SS4	273.33

5.1.26. Demoras por control (d)

Se utilizó la ecuación 24 para obtener:

$$d_{SS1} = 9.80 \text{ s/veh} + 2.31 \text{ s/veh} = 12.11 \text{ s/veh}$$

Tabla 55. Demora por control por subsegmento

Subsegmento	d (s/veh)
SS1	12.11
SS2	82.06
SS3	72.42
SS4	295.91

5.1.27. Tiempo de viaje (T_T)

Se utilizó la ecuación 6 para obtener:

$$T_T = 223.91 \text{ s/veh} + 12.11 \text{ s/veh} = 236.02 \text{ s/veh}$$

$$T_T = \frac{236.02 \text{ s/veh}}{60 \text{ s/min}} = 3.93 \text{ min/veh}$$

Tabla 56. Tiempo de viaje por subsegmento

Subsegmento	T _T (s/veh)	T _T (min/veh)
SS1	236.02	3.93
SS2	246.31	4.11
SS3	166.84	2.78
SS4	340.23	5.67

5.1.28. Velocidad de viaje ($S_{T,seg}$).

Se utilizó la ecuación 7 para obtener:

$$S_{T,seg,SS1} = \frac{3600 * 609.51 \text{ pies}}{5280 * 236.02 \text{ s/veh}} = 1.76 \text{ mi/veh}$$

$$S_{T,seg,SS1} = 1.76 \text{ mi/veh} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 2.83 \text{ km/veh}$$

Tabla 57. Velocidad de viaje por subsegmento

Subsegmento	$S_{T,seg}$ (mi/veh)	$S_{T,seg}$ (km/veh)
SS1	1.76	2.83
SS2	1.33	2.14
SS3	2.59	4.17
SS4	1.38	2.22

5.1.29. Nivel de servicio

Se interpolaron los datos de la Tabla N°1, a través de este proceso se pudo obtener el nivel de servicio para cada subsegmento:

$$\frac{30.06 - 30}{35 - 30} = \frac{S_{Tseg,SS1,LOS,a} - 24}{28 - 24}$$

$$S_{T,seg,SSI,LOS,a} = 24.05$$

Tabla 58. Nivel de servicio para el subsegmento 1

LOS	$S_{T,seg,SS1}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS1,LOS,a}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS1,LOS}$ (mi/h)
A		>24.05	>24
B		>20.04	>20
C		>15.04	>15
D		>12.02	>12
E		>9.02	>9
F	1.76		≤9

Tabla 59. Nivel de servicio para el subsegmento 2

LOS	$S_{T,seg,SS2}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS2,LOS,a}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS2,LOS}$ (mi/h)
A		>27.42	>20
B		>22.57	>17
C		>16.71	>13
D		>13.71	>10
E		>9.86	>8
F	1.33		≤8

Tabla 60. Nivel de servicio para el subsegmento 3

LOS	$S_{T,seg,SS3}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS3,LOS,a}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS3,LOS}$ (mi/h)
A		>24.31	>24
B		>20.23	>20
C		>15.23	>15
D		>12.16	>12
E		>9.16	>9
F	2.59		≤9

Tabla 61. Nivel de servicio para el subsegmento 4

LOS	$S_{T,seg,SS4}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS4,LOS,a}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS4,LOS}$ (mi/h)
A		>26.06	>24
B		>21.55	>20
C		>16.55	>15
D		>13.03	>12
E		>10.03	>9
F	1.38		≤9

Tabla 62. Nivel de servicio por subsegmento

Subsegmento	LOS
SS1	F
SS2	F
SS3	F
SS4	F

B. Nivel de servicio en régimen libre (RL)

Para considerar en régimen libre se utilizó algunos criterios:

- Para el estudio se utilizó todo el ancho de carril disponible (N_{th}).
- No ha existido retraso por otros factores (Σd_{ap}).
- No hay longitudes a lo largo del tramo vía que se hayan usado como estacionamiento (L_{pk}).

Tabla 63. *Número de Carriles de cada subsegmento en régimen libre*

Subsegmento	N_{th} en CN
SS1	2.00
SS2	2.00
SS3	1.00
SS4	1.00

Nota: “CN” Condiciones Normales

El retraso total por puntos de acceso, la velocidad límite, velocidad constante, densidad por puntos de acceso y factor de ajuste para la sección transversal son las mismas que en condiciones normales.

5.1.30. Factor de ajuste por puntos de acceso (f_A)

Se utilizó la ecuación 12 para obtener f_A :

$$f_{A,SS1} = -0.078 * \frac{0.00 \text{ puntos de acceso/mi}}{1.00} = 0.00 \text{ mi/h}$$

$$f_{A,SS1} = 0.00 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 0.00 \text{ km/h}$$

Tabla 64. Factor de ajuste por puntos de acceso por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	f _A (mi/h)	f _A (km/h)
SS1	0.00	0.00
SS2	0.00	0.00
SS3	-0.65	-1.05
SS4	0.00	0.00

5.1.31. Velocidad base de flujo libre (Sfo)

Tabla 65. Longitud del segmento que se utiliza como estacionamiento

Subsegmento	L _{pk} (m)	L _{pk} (ft)
SS1	0.00	0.00
SS2	0.00	0.00
SS3	0.00	0.00
SS4	0.00	0.00

$$p_{pk,SS1} = \frac{0.00 \text{ pies}}{573.88 \text{ pies}} = 0.00$$

Tabla 66. Proporción del segmento con estacionamiento en la vía por subsegmento

Subsegmento	P _{pk}
SS1	0.00
SS2	0.00
SS3	0.00
SS4	0.00

Se utilizó la ecuación 14 para obtener:

$$f_{pk,SS1} = -3 * 0.00 = 0.00 \text{ mi/h}$$

Tabla 67. Velocidad de ajuste para estacionamiento por subsegmento

Subsegmento	f _{pk} (mi/h)	f _{pk} (km/h)
SS1	0.00	0.00
SS2	0.00	0.00
SS3	0.00	0.00
SS4	0.00	0.00

Se utilizó la ecuación 4 para obtener el siguiente resultado.

$$S_{fo,SS1} = 0.00 \text{ mi/h} + 34.36 \text{ mi/h} - 1.53 \text{ mi/h} + 0.00 \text{ mi/h} + 0.00 \text{ mi/h}$$

$$= 32.83 \text{ mi/h}$$

$$S_{fo,SS1} = 32.83 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 52.84 \text{ km/h}$$

Tabla 68. Velocidad base de flujo libre en régimen libre

Subsegmento	Sfo (mi/h)	Sfo (km/h)
SS1	32.83	52.84
SS2	32.20	51.83
SS3	33.38	53.73
SS4	34.07	54.83

5.1.32. Factor de ajuste de longitud del subsegmento (f_L).

Se utilizó la ecuación 15 para obtener f_L :

$$f_L = 1.02 - \frac{4.7 * (32.83 - 19.5)}{\max(609.51 \text{ pies}, 400)} = 0.92 \leq 1.0$$

Tabla 69. Factor de ajuste de longitud por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	f_L
SS1	0.92
SS2	0.90
SS3	0.92
SS4	0.92

5.1.33. Velocidad de flujo libre (S_f).

Se utilizó la ecuación 5 para obtener S_f :

$$S_f = 32.83 \text{ mi/h} \cdot 0.92 = 30.11 \text{ mi/h} \geq 18.64 \text{ mi/h}$$

$$S_f = 30.11 \text{ mi/h} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 48.47 \text{ km/h}$$

Tabla 70. Velocidad de flujo libre por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	S_f (mi/h)	S_f (km/h)		S_{pl} (mi/h)	S_{pl} (km/h)
SS1	30.11	48.47	\geq	18.64	30.00
SS2	28.85	46.42	\geq	18.64	30.00
SS3	30.61	49.26	\geq	18.64	30.00
SS4	31.36	50.47	\geq	18.64	30.00

5.1.34. Factor de ajuste de proximidad (f_v).

Se utilizó la ecuación 16 para obtener f_v :

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{693 \text{ vh/h}}{52.8 \cdot 2 \cdot 30.11 \text{ mi/h}}\right)^{0.21}} = 1.03$$

Tabla 71. Factor de ajuste de proximidad por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	f_v
SS1	1.03
SS2	1.04
SS3	1.05
SS4	1.15

5.1.35. Retraso debido a otras fuentes (d_{other})

Tabla 72. Retraso debido a otras fuentes por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	d_{other} (s/veh)
SS1	0.00
SS2	0.00
SS3	0.00
SS4	0.00

5.1.36. Tiempo de ejecución (t_R)

Se utilizó la ecuación 17 para obtener t_R :

$$t_{R,SS1} = \frac{6.00 - 2.00 \text{ s}}{0.0025 * 609.51 \text{ pies}} * 1 + \frac{3600 * 609.51 \text{ pies}}{5280 * 30.11 \frac{\text{mi}}{\text{h}}} * 1.03 + 1.27 \text{ s/veh}$$

$$+ 0.00\text{s/veh} = 17.48 \text{ s}$$

Tabla 73. Tiempo de ejecución por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	t_R (s)
SS1	17.48
SS2	16.68
SS3	17.64
SS4	20.53

El ciclo semafórico, relación verde/ciclo/longitud efectiva, ratio de pelotón, proporción de llegada durante el tiempo de verde y la velocidad de flujo de saturación de carriles son las mismas que en condiciones normales.

5.1.37. Capacidad (c).

Se utilizó la ecuación 1 para obtener:

$$c_{SS1} = 2.00 * 1800 \text{ veh/h/ln} * 0.63 = 2281.77 \text{ veh/h}$$

Tabla 74. Capacidad por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	c (veh/h)
SS1	2281.77
SS2	1738.16
SS3	1140.89
SS4	869.08

5.1.38. Relación volumen – capacidad (X).

Se utilizó la ecuación 22 para obtener:

$$X_{SS1} = \frac{396 \text{ ve/h}}{2281.77 \text{ veh/h}} = 0.30$$

Tabla 75. Relación volumen – capacidad por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	X	
SS1	0.30	30.37%
SS2	0.56	55.52%
SS3	0.54	54.26%
SS4	1.43	143.49%

El factor de ajuste suplementario para pelotones durante el verde y factor de progresión son las mismas que en condiciones normales.

5.1.39. Demora uniforme (d₁)

Se utilizó la ecuación 21 para obtener:

$$d_{1,SS1} = 1.00 * \frac{0.5 * 89.93 \text{ s} * (1 - 0.63)^2}{1 - (\min(1, 0.30) * 0.63)} = 7.47 \text{ s/veh}$$

Tabla 76. Demora uniforme por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	d ₁ (s/veh)
SS1	7.47
SS2	15.95
SS3	9.19
SS4	22.58

El grado de saturación ponderado aguas arriba y factor “I” mantienen su mismo valor que en condiciones normales.

5.1.40. Demora incremental (d₂)

Se utilizó la ecuación 23 para obtener:

$$d_{2,SS1} = 900 * 0.25 \text{ h} * \left[(0.30 - 1) + \sqrt{(0.30 - 1)^2 + \frac{4 * 0.96 * 0.30}{2281.77 \text{ veh/h} * 0.25 \text{ h}}} \right]$$

$$= 0.33 \text{ s/veh}$$

Tabla 77. Demora incremental por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	d ₂ (s/veh)
SS1	0.33
SS2	0.73
SS3	1.43
SS4	196.30

5.1.41. Demoras por control (d)

Se utilizó la ecuación 24 para obtener:

$$d_{SS1} = 7.47 \text{ s/veh} + 0.33 \text{ s/veh} = 7.80 \text{ s/veh}$$

Tabla 78. Demora por control por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	d (s/veh)
SS1	7.80
SS2	16.68
SS3	10.62
SS4	218.88

5.1.42. Tiempo de viaje (T_T)

Se utilizó la ecuación 6 para obtener:

$$T_T = 17.48 \text{ s/veh} + 7.80 \text{ s/veh} = 25.27 \text{ s/veh}$$

$$T_T = \frac{25.27 \text{ s/veh}}{60 \text{ s/min}} = 0.42 \text{ min/veh}$$

Tabla 79. Tiempo de viaje por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	T_T (s/veh)	T_T (min/veh)
SS1	25.27	0.42
SS2	33.36	0.56
SS3	28.26	0.47
SS4	239.41	3.99

5.1.43. Velocidad de viaje.

Se utilizó la ecuación 7 para obtener:

$$S_{T,seg,SS1} = \frac{3600 * 609.51 \text{ pies}}{5280 * 25.28 \text{ s/veh}} = 16.44 \text{ mi/veh}$$

$$S_{T,seg,SS1} = 16.44 \text{ mi/veh} \cdot 1.60934 \text{ km/mi} = 26.46 \text{ km/veh}$$

Tabla 80. Velocidad de viaje por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	$S_{T,seg}$ (mi/veh)	$S_{T,seg}$ (km/veh)
SS1	16.44	26.46
SS2	9.82	15.80
SS3	15.26	24.59
SS4	1.96	3.16

5.1.44. Nivel de servicio

Se interpolaron los datos de la Tabla N°1, a través de este procedimiento se obtuvo el nivel de servicio para cada subsegmento:

$$\frac{32.83 - 30}{35 - 30} = \frac{S_{Tseg,SS1,LOS,a,RL} - 24}{28 - 24}$$

$$S_{Tseg,SS1,LOS,a,RL} = 25.66 \text{ mi/h}$$

Tabla 81. Nivel de servicio para el subsegmento 1 en régimen libre

LOS	$S_{T,seg,SS1}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS1,LOS,a,RL}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS1,LOS}$ (mi/h)
A		>25.66	>24
B		>21.25	>20
C	16.44	>16.25	>15
D		>12.83	>12
E		>9.83	>9
F			≤9

Tabla 82. Nivel de servicio para el subsegmento 2 en régimen libre

LOS	$S_{T,seg,SS2}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS2,LOS,a,RL}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS2,LOS}$ (mi/h)
A		>25.76	>24
B		>21.32	>20
C		>16.32	>15
D		>12.88	>12
E	9.82	>9.88	>9
F			≤9

Tabla 83. Nivel de servicio para el subsegmento 3 en régimen libre

LOS	$S_{T,seg,SS3}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS3,LOS,a,RL}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS3,LOS}$ (mi/h)
A		>26.7	>24
B		>22.03	>20
C	15.28	>17.03	>15
D		>13.36	>12
E		>10.35	>9
F			≤9

Tabla 84. Nivel de servicio para el subsegmento 4 en régimen libre

LOS	$S_{T,seg,SS4}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS4,LOS,a,RL}$ (mi/h)	$S_{T,seg,SS4,LOS}$ (mi/h)
A		>27.26	>24
B		>22.44	>20
C		>17.44	>15
D		>13.63	>12
E		>10.63	>9
F	1.96		≤9

Tabla 85. Nivel de servicio por subsegmento en régimen libre

Subsegmento	LOS
SS1	C
SS2	E
SS3	C
SS4	F

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.

5.2.1. Reducción de la capacidad

Se utilizó la ecuación 25 para obtener %R_c.

$$\%R_{c,SS1} = 1 - \frac{1140.89 \text{ veh/h}}{2281.77 \text{ veh/h}} = 0.50 = 50.00\%$$

Tabla 86. Reducción de la capacidad vial por subsegmento

Subsegmento	c (veh/h)		%R _c
	R.L.	C.N.	
SS1	2281.77	1140.89	50.00%
SS2	1738.16	869.08	50.00%
SS3	1140.89	574.25	49.67%
SS4	869.08	776.38	10.67%

La capacidad vial se redujo en un 50% para el subsegmento 1, en 50% para el subsegmento 2, en 49.67% para el subsegmento 3 y en 10.67% para el subsegmento 4 debido al uso de carriles como estacionamiento.

5.2.2. Reducción de nivel de servicio en CN y RL

Tabla 87. *Disminución del nivel de servicio por subsegmento*

Subsegmento	Nivel de Servicio (LOS)	
	Condiciones Normales	En Régimen Libre
SS1	C	F
SS2	E	F
SS3	C	F
SS4	F	F

El nivel de servicio disminuyó de “C”, “E”, “C” y “F” para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente a “F” para todos los subsegmentos debido al uso de carriles como estacionamiento además de incluir otros factores.

5.3. Contrastación de hipótesis.

La capacidad vial de los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 es de 1140.89 veh/h, 869.08 veh/h, 574.25 veh/h y 776.38 veh/h respectivamente, estos valores son menores a 1800 veh/h por lo que se acepta la hipótesis. El nivel de servicio que presentan todos los subsegmentos analizados es “F”, por lo que se acepta la hipótesis.

CONCLUSIONES

- La capacidad vial de la Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca es 1140.89 veh/h, 869.08 veh/h, 574.25 veh/h y 776.38 veh/h para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente y el nivel de servicio es “F” a lo largo del segmento de vía urbana.
- La capacidad de la Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca en régimen libre es de 2281.77 veh/h, 1738.16 veh/h, 1140.89 veh/h y 869.08 veh/h para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente y el nivel de servicio es “C”, “E”, “C” y “F” para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.
- La reducción de la capacidad vial es 50%, 50%, 49.67%, 10.67% para el subsegmento 1, 2, 3 y 4 respectivamente debido al uso de carriles como estacionamiento vehicular y otros factores. Además, el nivel de servicio es “F”, el nivel más bajo, para todos los subsegmentos.
- El volumen horario de máxima demanda es 693 veh/h, 965 veh/h, 619 veh/h y 1247 veh/h para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.
- La hora de máxima demanda es 12:30 pm – 1:30 pm para el subsegmento 1, 8:45 am – 9:45 am para el subsegmento 2, 7:15 am – 8:15 am para el subsegmento 3 y 6:30 pm – 7:30 pm para el subsegmento 4.
- El grado de saturación es 60.74%, 111.04%, 107.79% y 160.62% para los subsegmentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente en condiciones normales.
- Al realizar la recopilación y procesamiento de datos se pudo observar que el uso de los carriles como estacionamiento reduce la capacidad vial y el nivel de servicio, pero también existen otros factores que disminuyen la velocidad de viaje y aumentan el tiempo de recorrido que se traducen en congestionamiento

vehicular por la vía como lo fueron el recojo de pasajeros por el transporte público que se estacionan brevemente al lado derecho de la calzada, además se suman el cruce imprudente de peatones y paso de marchas o pregones.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Se recomienda realizar un estudio de las unidades vehiculares equivalentes, para el vehículo patrón automóvil, de la ciudad de Cajamarca, con la finalidad de aplicar el modo automóvil según la metodología HCM 2016.
- Se recomienda, como medida técnica, redirigir el flujo vehicular que ingresa a la intersección semaforizada desde el Jr. El Inca hacia el Jr. Amazonas hacia calles cercanas, ofreciendo alternativas para mitigar la alta afluencia de vehículos en el subsegmento. Esta estrategia busca incrementar la capacidad y mejorar el nivel de servicio en el subsegmento 4.
- Se recomienda la apertura de la Av. El Maestro entre el Jr. Amazonas y Jr. El Inca con la finalidad de que dicho tramo sea de doble vía o asemeje las características geométricas del tramo entre la Av. Los Héroes y Jr. Amazonas.
- Se recomienda realizar un nuevo aforo vehicular para la realización de nuevas investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángeles, R. (2020). *Análisis de la Aplicabilidad de la Metodología HCM 2010 en una Rotonda en la Ciudad de Lima*. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cal y Mayor, R, Cárdenes, J. (2018) *Ingeniería de Tránsito*. 9ª edición. México: Alfaomega.
- Condori, J. (2020). *Nivel de Congestionamiento en la vía de Evitamiento Sur en la Ciudad de Cajamarca en función al Tránsito Vehicular, Cajamarca 2020*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca-Perú. Universidad Privada del Norte.
- Diario Correo. (2022, 10 de octubre). Caos en calles de Huánuco por Congestión Vehicular. Recuperado el 14 de octubre del 2023 de:
diariocorreo.pe/edición/huanuco/caos-en-de-huanuco-po-congestion-vehicular-noticia/
- DS. N°016-2009-MTC.2014. Texto único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito -Código de Tránsito. Lima-Perú. Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías, 24 de abril de 2014.
- Gaona, C, Parra, C, Sánchez, J. (2021). *Afección de la Capacidad vial por Estacionamiento en Vía. Caso de Estudio. Avenida Carrera 7ma con Avenida Calle 72, Bogotá D.C*. Trabajo de Investigación para Optar al Título de Ingeniero Civil. Bogotá D.C. Universidad Piloto de Colombia Facultad de Ingeniería.
- Goicoche, E. (2019). *Análisis del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular en la intersección SemafORIZADA de la Avenida Vía de Evitamiento Norte y el Jirón*

- Manuel Saoane, Aplicando la Metodología del HCM 2010-Cajamarca.* Tesis para Optar el Título Profesional de ingeniería Civil. Cajamarca-Perú. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Granda C., & Martinez I., *Análisis de Tráfico en las Principales Intersecciones del Área de Influencia de la Universidad del Azuay.* Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil y Gerencia de Construcciones. Universidad del Azuay.
- Highway Capacity Manual (2016). *A Guide For Multimodal Mobility Analysis Urban Street Segments: Volume 3 Interrupted Flow.* (6th ed.) Washington D.C.
- Highway Capacity Manual (2024). *A Guide For Multimodal Mobility Analysis Urban Street Segments: Supplemental Chapter 30.* (7th ed.) Washington D.C.
- Interreg North-West Europe CHIPS. (19 de septiembre de 2024). *Diseño y Construcción.* <https://cyclehighways.eu/design-and-build/design-principles/width.html>
- Marino M. (2019). *Planeamiento y desarrollo vial entre las avenidas Metropolitana I y II de la ciudad.* [Tesis para optar el grado de maestro en transportes y conservación vial]. Universidad Privada Antenor Orrego – Escuela de Posgrado.
- Maquero, P, Cabrera, L. (2019). *Evaluación del Nivel de Servicio de Flujos Vehiculares, en Dos Intersecciones Semaforizadas Caso: Alto Alianza – Tacna.* *Veritas Et Scientia*, 8(2), 1221-1234.
- Mora, J. (2019). *Determinación del Flujo de Saturación Base (So) para Ciudades Pequeñas, Caso Tunja.* Trabajo de grado en la Modalidad de investigación para

Obtener el Título de Ingeniero en Transporte y Vías. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Motor Blogs Mapfre. (19 de septiembre de 2024). *Guías de Medidas de Coches por Segmento*. [https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/guia-medidas-coches-segmento/#Medidas de coches urbanos](https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/guia-medidas-coches-segmento/#Medidas_de_coches_urbanos)

Navín. (2005). *Apuntes para el Programa Master en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial de la Universidad de Piura*. Universidad de Piura.

Palmetto Cycling Coalition. (19 de septiembre de 2024). *Información Sobre Aparcamiento de Bicicletas*. <https://pccsc.net/bicycle-parking-info/>

Panduro, C. (2022). *Evaluación de la Congestión Vehicular en un Tramo del Jr. Ancash entre la Av. Plácido Jiménez y el Óvalo La Paz, Aplicando la Metodología HCM 2010*. Lima-Perú. Universidad Tecnológica del Perú.

Reghellin, A. (2018). *La Congestión Vehicular en Lima Metropolitana entre los años 2012 y 2016. Afecta Económicamente a las empresas Aseguradoras de Vida y a sus Trabajadores*. Trabajo de Investigación para Optar la Licenciatura en Administración. Universidad de Lima.










Rojas, E. (2019). *Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de la Avenida Mario Urteaga, Tramo Jr. Dos de Mayo hasta el Óvalo El Inca; Según Metodología HCM 2010, Cajamarca 2018*. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca-Perú. Universidad Privada del Norte.

Romana, M. et al. (2018). *Manual de Capacidad de Carretera HCM 2010*. 1er ed. España: FC Editorial.

- Sabando, I. (2017). *Determinación del Nivel de Servicio de Calles Urbanas. Memoria de Titulación como Requisito para Optar al Título de Ingeniero Civil*. Universidad Técnica Federico Santa María Departamento de Obras Civiles. Valparaíso-Chile.
- Velásquez, J. (2021). *Análisis del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de Dos Intersecciones con Mayor Demanda del Centro Histórico de la Ciudad de Cajamarca Utilizando Cámaras de Videovigilancia y la Metodología HCM 2010, en el Año 2018*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte.
- Zongshen Motocicletas Originales. (19 de septiembre de 2024). *¿Por qué elegir una ZS 150-SA GLE?* <https://zongshenperu.com/moto/motocicleta-trimovil-zs-150-s-gle/#:~:text=LARGO%20x%20ANCHO%20x%20ALTO,2960%2F1350%2F1770%20m.m.>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Aforo Semanal

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA							
	ESCUELA DE POSTGRADO							
	MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL							
Tesis:	Capacidad y Nivel de Servicio de la Avenida El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la Ciudad de Cajamarca, por el Uso de Carriles como Estacionamiento - 2023							
Ficha N°01:	Aforo Vehicular							
Tesista:	Nobel Dereck Estela Velásquez					Croquis:		
Ciudad:	Cajamarca							
Ubicación:	Jr. Amazonas entre la Av. El Maestro y Jr. El Inca							
Sentido:								
Día:			Fecha:					
Hora de Inicio:								
Hora de Fin:								
Hora de Control	Bicicleta	Moto lineal	Mototaxi	Auto	Camioneta	Combi		
								
6:30 am - 6:45 am								
6:45 am - 7:00 am								
7:00 am - 7:15 am								
7:15 am - 7:30 am								
...								
7:45 pm - 8:00 pm								
8:00 pm - 8:15 pm								
8:15 pm - 8:30 pm								

Anexo 2. Aforo Semanal y Grado de Saturación Aguas Arriba según Vehículo

Patrón

Usando la ecuación 22 se puede obtener X_u de acuerdo con la capacidad de cada subsegmento:

$$X_{U,SS1,1} = \frac{168 \text{ veh/h}}{1140.89 \text{ veh/h}} = 0.15$$

Tabla 88. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 1

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	X_u
6:30 am - 6:45 am	21	21		
6:45 am - 7:00 am	38	38		
7:00 am - 7:15 am	50	50		
7:15 am - 7:30 am	59	59	168	0.15
7:30 am - 7:45 am	51	51	198	0.17
7:45 am - 8:00 am	67	67	227	0.20
8:00 am - 8:15 am	65	65	242	0.21
8:15 am - 8:30 am	68	68	251	0.22
8:30 am - 8:45 am	58	58	258	0.23
8:45 am - 9:00 am	65	65	256	0.22
9:00 am - 9:15 am	83	83	274	0.24
9:15 am - 9:30 am	87	87	293	0.26
9:30 am - 9:45 am	76	76	311	0.27
9:45 am - 10:00 am	82	82	328	0.29
10:00 am - 10:15 am	85	85	330	0.29
10:15 am - 10:30 am	90	90	333	0.29
10:30 am - 10:45 am	95	95	352	0.31
10:45 am - 11:00 am	72	72	342	0.30
11:00 am - 11:15 am	89	89	346	0.30
11:15 am - 11:30 am	89	89	345	0.30
11:30 am - 11:45 am	67	67	317	0.28
11:45 am - 12:00 pm	61	61	306	0.27
12:00 pm - 12:15 pm	90	90	307	0.27
12:15 pm - 12:30 pm	72	72	290	0.25
12:30 pm - 12:45 pm	73	73	296	0.26
12:45 pm - 1:00 pm	77	77	312	0.27
1:00 pm - 1:15 pm	58	58	280	0.25
1:15 pm - 1:30 pm	49	49	257	0.23
1:30 pm - 1:45 pm	37	37	221	0.19
1:45 pm - 2:00 pm	34	34	178	0.16
2:00 pm - 2:15 pm	88	88	208	0.18
2:15 pm - 2:30 pm	70	70	229	0.20

La tabla 88 continua aquí.

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
2:30 pm - 2:45 pm	51	51	243	0.21
2:45 pm - 3:00 pm	68	68	277	0.24
3:00 pm - 3:15 pm	61	61	250	0.22
3:15 pm - 3:30 pm	62	62	242	0.21
3:30 pm - 3:45 pm	63	63	254	0.22
3:45 pm - 4:00 pm	69	69	255	0.22
4:00 pm - 4:15 pm	66	66	260	0.23
4:15 pm - 4:30 pm	74	74	272	0.24
4:30 pm - 4:45 pm	70	70	279	0.24
4:45 pm - 5:00 pm	65	65	275	0.24
5:00 pm - 5:15 pm	68	68	277	0.24
5:15 pm - 5:30 pm	62	62	265	0.23
5:30 pm - 5:45 pm	67	67	262	0.23
5:45 pm - 6:00 pm	67	67	264	0.23
6:00 pm - 6:15 pm	73	73	269	0.24
6:15 pm - 6:30 pm	55	55	262	0.23
6:30 pm - 6:45 pm	59	59	254	0.22
6:45 pm - 7:00 pm	59	59	246	0.22
7:00 pm - 7:15 pm	46	46	219	0.19
7:15 pm - 7:30 pm	56	56	220	0.19
7:30 pm - 7:45 pm	77	77	238	0.21
7:45 pm - 8:00 pm	74	74	253	0.22
8:00 pm - 8:15 pm	71	71	278	0.24
8:15 pm - 8:30 pm	31	31	253	0.22
Xu promedio				0.24

Tabla 89. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento I

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	22	22		
6:45 am - 7:00 am	43	43		
7:00 am - 7:15 am	36	36		
7:15 am - 7:30 am	36	36	137	0.12
7:30 am - 7:45 am	40	40	155	0.14
7:45 am - 8:00 am	30	30	142	0.12
8:00 am - 8:15 am	34	34	140	0.12
8:15 am - 8:30 am	30	30	134	0.12
8:30 am - 8:45 am	38	38	132	0.12
8:45 am - 9:00 am	30	30	132	0.12
9:00 am - 9:15 am	32	32	130	0.11
9:15 am - 9:30 am	36	36	136	0.12
9:30 am - 9:45 am	35	35	133	0.12
9:45 am - 10:00 am	38	38	141	0.12

La tabla 89 continua aquí.

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
10:00 am - 10:15 am	27	27	136	0.12
10:15 am - 10:30 am	24	24	124	0.11
10:30 am - 10:45 am	31	31	120	0.11
10:45 am - 11:00 am	27	27	109	0.10
11:00 am - 11:15 am	40	40	122	0.11
11:15 am - 11:30 am	56	56	154	0.13
11:30 am - 11:45 am	43	43	166	0.15
11:45 am - 12:00 pm	54	54	193	0.17
12:00 pm - 12:15 pm	38	38	191	0.17
12:15 pm - 12:30 pm	43	43	178	0.16
12:30 pm - 12:45 pm	39	39	174	0.15
12:45 pm - 1:00 pm	43	43	163	0.14
1:00 pm - 1:15 pm	48	48	173	0.15
1:15 pm - 1:30 pm	33	33	163	0.14
1:30 pm - 1:45 pm	49	49	173	0.15
1:45 pm - 2:00 pm	42	42	172	0.15
2:00 pm - 2:15 pm	50	50	174	0.15
2:15 pm - 2:30 pm	49	49	190	0.17
2:30 pm - 2:45 pm	31	31	172	0.15
2:45 pm - 3:00 pm	38	38	168	0.15
3:00 pm - 3:15 pm	36	36	154	0.13
3:15 pm - 3:30 pm	39	39	144	0.13
3:30 pm - 3:45 pm	44	44	157	0.14
3:45 pm - 4:00 pm	34	34	153	0.13
4:00 pm - 4:15 pm	51	51	168	0.15
4:15 pm - 4:30 pm	64	64	193	0.17
4:30 pm - 4:45 pm	33	33	182	0.16
4:45 pm - 5:00 pm	42	42	190	0.17
5:00 pm - 5:15 pm	40	40	179	0.16
5:15 pm - 5:30 pm	33	33	148	0.13
5:30 pm - 5:45 pm	48	48	163	0.14
5:45 pm - 6:00 pm	36	36	157	0.14
6:00 pm - 6:15 pm	49	49	166	0.15
6:15 pm - 6:30 pm	41	41	174	0.15
6:30 pm - 6:45 pm	46	46	172	0.15
6:45 pm - 7:00 pm	52	52	188	0.16
7:00 pm - 7:15 pm	27	27	166	0.15
7:15 pm - 7:30 pm	32	32	157	0.14
7:30 pm - 7:45 pm	36	36	147	0.13
7:45 pm - 8:00 pm	42	42	137	0.12
8:00 pm - 8:15 pm	34	34	144	0.13
8:15 pm - 8:30 pm	14	14	126	0.11
Xu promedio				0.14

Tabla 90. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 1

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	142	142		
6:45 am - 7:00 am	181	181		
7:00 am - 7:15 am	180	180		
7:15 am - 7:30 am	189	189	692	0.61
7:30 am - 7:45 am	127	127	677	0.59
7:45 am - 8:00 am	127	127	623	0.55
8:00 am - 8:15 am	162	162	605	0.53
8:15 am - 8:30 am	135	135	551	0.48
8:30 am - 8:45 am	150	150	574	0.50
8:45 am - 9:00 am	168	168	615	0.54
9:00 am - 9:15 am	95	95	548	0.48
9:15 am - 9:30 am	85	85	498	0.44
9:30 am - 9:45 am	94	94	442	0.39
9:45 am - 10:00 am	67	67	341	0.30
10:00 am - 10:15 am	97	97	343	0.30
10:15 am - 10:30 am	83	83	341	0.30
10:30 am - 10:45 am	77	77	324	0.28
10:45 am - 11:00 am	117	117	374	0.33
11:00 am - 11:15 am	73	73	350	0.31
11:15 am - 11:30 am	93	93	360	0.32
11:30 am - 11:45 am	111	111	394	0.35
11:45 am - 12:00 pm	95	95	372	0.33
12:00 pm - 12:15 pm	139	139	438	0.38
12:15 pm - 12:30 pm	155	155	500	0.44
12:30 pm - 12:45 pm	162	162	551	0.48
12:45 pm - 1:00 pm	220	220	676	0.59
1:00 pm - 1:15 pm	147	147	684	0.60
1:15 pm - 1:30 pm	164	164	693	0.61
1:30 pm - 1:45 pm	158	158	689	0.60
1:45 pm - 2:00 pm	164	164	633	0.55
2:00 pm - 2:15 pm	86	86	572	0.50
2:15 pm - 2:30 pm	89	89	497	0.44
2:30 pm - 2:45 pm	117	117	456	0.40
2:45 pm - 3:00 pm	118	118	410	0.36
3:00 pm - 3:15 pm	114	114	438	0.38
3:15 pm - 3:30 pm	113	113	462	0.40
3:30 pm - 3:45 pm	111	111	456	0.40
3:45 pm - 4:00 pm	111	111	449	0.39
4:00 pm - 4:15 pm	141	141	476	0.42
4:15 pm - 4:30 pm	107	107	470	0.41
4:30 pm - 4:45 pm	83	83	442	0.39
4:45 pm - 5:00 pm	131	131	462	0.40
5:00 pm - 5:15 pm	138	138	459	0.40

La tabla 90 continua aquí

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
5:15 pm - 5:30 pm	124	124	476	0.42
5:30 pm - 5:45 pm	131	131	524	0.46
5:45 pm - 6:00 pm	116	116	509	0.45
6:00 pm - 6:15 pm	64	64	435	0.38
6:15 pm - 6:30 pm	104	104	415	0.36
6:30 pm - 6:45 pm	92	92	376	0.33
6:45 pm - 7:00 pm	84	84	344	0.30
7:00 pm - 7:15 pm	113	113	393	0.34
7:15 pm - 7:30 pm	107	107	396	0.35
7:30 pm - 7:45 pm	102	102	406	0.36
7:45 pm - 8:00 pm	137	137	459	0.40
8:00 pm - 8:15 pm	157	157	503	0.44
8:15 pm - 8:30 pm	132	132	528	0.46
Xu promedio				0.43

Tabla 91. *Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 1*

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	66	66		
6:45 am - 7:00 am	98	98		
7:00 am - 7:15 am	135	135		
7:15 am - 7:30 am	124	124	423	0.37
7:30 am - 7:45 am	92	92	449	0.39
7:45 am - 8:00 am	84	84	435	0.38
8:00 am - 8:15 am	83	83	383	0.34
8:15 am - 8:30 am	89	89	348	0.31
8:30 am - 8:45 am	87	87	343	0.30
8:45 am - 9:00 am	98	98	357	0.31
9:00 am - 9:15 am	71	71	345	0.30
9:15 am - 9:30 am	76	76	332	0.29
9:30 am - 9:45 am	68	68	313	0.27
9:45 am - 10:00 am	84	84	299	0.26
10:00 am - 10:15 am	77	77	305	0.27
10:15 am - 10:30 am	71	71	300	0.26
10:30 am - 10:45 am	79	79	311	0.27
10:45 am - 11:00 am	66	66	293	0.26
11:00 am - 11:15 am	95	95	311	0.27
11:15 am - 11:30 am	125	125	365	0.32
11:30 am - 11:45 am	72	72	358	0.31
11:45 am - 12:00 pm	78	78	370	0.32
12:00 pm - 12:15 pm	89	89	364	0.32
12:15 pm - 12:30 pm	100	100	339	0.30
12:30 pm - 12:45 pm	128	128	395	0.35

La tabla 91 continua aquí

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
12:45 pm - 1:00 pm	77	77	394	0.35
1:00 pm - 1:15 pm	104	104	409	0.36
1:15 pm - 1:30 pm	79	79	388	0.34
1:30 pm - 1:45 pm	88	88	348	0.31
1:45 pm - 2:00 pm	95	95	366	0.32
2:00 pm - 2:15 pm	68	68	330	0.29
2:15 pm - 2:30 pm	92	92	343	0.30
2:30 pm - 2:45 pm	85	85	340	0.30
2:45 pm - 3:00 pm	97	97	342	0.30
3:00 pm - 3:15 pm	101	101	375	0.33
3:15 pm - 3:30 pm	97	97	380	0.33
3:30 pm - 3:45 pm	99	99	394	0.35
3:45 pm - 4:00 pm	117	117	414	0.36
4:00 pm - 4:15 pm	117	117	430	0.38
4:15 pm - 4:30 pm	78	78	411	0.36
4:30 pm - 4:45 pm	113	113	425	0.37
4:45 pm - 5:00 pm	112	112	420	0.37
5:00 pm - 5:15 pm	98	98	401	0.35
5:15 pm - 5:30 pm	110	110	433	0.38
5:30 pm - 5:45 pm	96	96	416	0.36
5:45 pm - 6:00 pm	114	114	418	0.37
6:00 pm - 6:15 pm	143	143	463	0.41
6:15 pm - 6:30 pm	150	150	503	0.44
6:30 pm - 6:45 pm	100	100	507	0.44
6:45 pm - 7:00 pm	134	134	527	0.46
7:00 pm - 7:15 pm	119	119	503	0.44
7:15 pm - 7:30 pm	102	102	455	0.40
7:30 pm - 7:45 pm	112	112	467	0.41
7:45 pm - 8:00 pm	106	106	439	0.38
8:00 pm - 8:15 pm	79	79	399	0.35
8:15 pm - 8:30 pm	55	55	352	0.31
Xu promedio				0.34

Tabla 92. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 1

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	67	67		
6:45 am - 7:00 am	98	98		
7:00 am - 7:15 am	153	153		
7:15 am - 7:30 am	101	101	419	0.37
7:30 am - 7:45 am	98	98	450	0.39
7:45 am - 8:00 am	60	60	412	0.36
8:00 am - 8:15 am	77	77	336	0.29

La tabla 92 continua aquí

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
8:30 am - 8:45 am	91	91	345	0.30
8:45 am - 9:00 am	80	80	365	0.32
9:00 am - 9:15 am	90	90	378	0.33
9:15 am - 9:30 am	100	100	361	0.32
9:30 am - 9:45 am	92	92	362	0.32
9:45 am - 10:00 am	84	84	366	0.32
10:00 am - 10:15 am	82	82	358	0.31
10:15 am - 10:30 am	96	96	354	0.31
10:30 am - 10:45 am	108	108	370	0.32
10:45 am - 11:00 am	111	111	397	0.35
11:00 am - 11:15 am	62	62	377	0.33
11:15 am - 11:30 am	77	77	358	0.31
11:30 am - 11:45 am	77	77	327	0.29
11:45 am - 12:00 pm	71	71	287	0.25
12:00 pm - 12:15 pm	85	85	310	0.27
12:15 pm - 12:30 pm	108	108	341	0.30
12:30 pm - 12:45 pm	120	120	384	0.34
12:45 pm - 1:00 pm	122	122	435	0.38
1:00 pm - 1:15 pm	116	116	466	0.41
1:15 pm - 1:30 pm	98	98	456	0.40
1:30 pm - 1:45 pm	91	91	427	0.37
1:45 pm - 2:00 pm	89	89	394	0.35
2:00 pm - 2:15 pm	77	77	355	0.31
2:15 pm - 2:30 pm	95	95	352	0.31
2:30 pm - 2:45 pm	99	99	360	0.32
2:45 pm - 3:00 pm	122	122	393	0.34
3:00 pm - 3:15 pm	116	116	432	0.38
3:15 pm - 3:30 pm	91	91	428	0.38
3:30 pm - 3:45 pm	100	100	429	0.38
3:45 pm - 4:00 pm	116	116	423	0.37
4:00 pm - 4:15 pm	115	115	422	0.37
4:15 pm - 4:30 pm	99	99	430	0.38
4:30 pm - 4:45 pm	113	113	443	0.39
4:45 pm - 5:00 pm	106	106	433	0.38
5:00 pm - 5:15 pm	110	110	428	0.38
5:15 pm - 5:30 pm	124	124	453	0.40
5:30 pm - 5:45 pm	109	109	449	0.39
5:45 pm - 6:00 pm	139	139	482	0.42
6:00 pm - 6:15 pm	145	145	517	0.45
6:15 pm - 6:30 pm	87	87	480	0.42
6:30 pm - 6:45 pm	102	102	473	0.41
6:45 pm - 7:00 pm	97	97	431	0.38
7:00 pm - 7:15 pm	163	163	449	0.39

La tabla 92 continua aquí.

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
7:15 pm - 7:30 pm	103	103	429	0.38
7:30 pm - 7:45 pm	124	124	458	0.40
7:45 pm - 8:00 pm	96	96	455	0.40
8:00 pm - 8:15 pm	66	66	389	0.34
8:15 pm - 8:30 pm	48	48	334	0.29
Xu promedio				0.35

Tabla 93. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 1

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	78	78		
6:45 am - 7:00 am	98	98		
7:00 am - 7:15 am	144	144		
7:15 am - 7:30 am	134	134	454	0.40
7:30 am - 7:45 am	81	81	457	0.40
7:45 am - 8:00 am	91	91	450	0.39
8:00 am - 8:15 am	57	57	363	0.32
8:15 am - 8:30 am	68	68	297	0.26
8:30 am - 8:45 am	63	63	279	0.24
8:45 am - 9:00 am	68	68	256	0.22
9:00 am - 9:15 am	87	87	286	0.25
9:15 am - 9:30 am	90	90	308	0.27
9:30 am - 9:45 am	98	98	343	0.30
9:45 am - 10:00 am	91	91	366	0.32
10:00 am - 10:15 am	89	89	368	0.32
10:15 am - 10:30 am	90	90	368	0.32
10:30 am - 10:45 am	80	80	350	0.31
10:45 am - 11:00 am	121	121	380	0.33
11:00 am - 11:15 am	102	102	393	0.34
11:15 am - 11:30 am	76	76	379	0.33
11:30 am - 11:45 am	110	110	409	0.36
11:45 am - 12:00 pm	96	96	384	0.34
12:00 pm - 12:15 pm	105	105	387	0.34
12:15 pm - 12:30 pm	111	111	422	0.37
12:30 pm - 12:45 pm	115	115	427	0.37
12:45 pm - 1:00 pm	143	143	474	0.42
1:00 pm - 1:15 pm	126	126	495	0.43
1:15 pm - 1:30 pm	90	90	474	0.42
1:30 pm - 1:45 pm	93	93	452	0.40
1:45 pm - 2:00 pm	85	85	394	0.35
2:00 pm - 2:15 pm	72	72	340	0.30
2:15 pm - 2:30 pm	61	61	311	0.27

La tabla 93 continua aquí.

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
2:30 pm - 2:45 pm	78	78	296	0.26
2:45 pm - 3:00 pm	95	95	306	0.27
3:00 pm - 3:15 pm	141	141	375	0.33
3:15 pm - 3:30 pm	114	114	428	0.38
3:30 pm - 3:45 pm	123	123	473	0.41
3:45 pm - 4:00 pm	121	121	499	0.44
4:00 pm - 4:15 pm	111	111	469	0.41
4:15 pm - 4:30 pm	102	102	457	0.40
4:30 pm - 4:45 pm	102	102	436	0.38
4:45 pm - 5:00 pm	124	124	439	0.38
5:00 pm - 5:15 pm	101	101	429	0.38
5:15 pm - 5:30 pm	97	97	424	0.37
5:30 pm - 5:45 pm	101	101	423	0.37
5:45 pm - 6:00 pm	122	122	421	0.37
6:00 pm - 6:15 pm	142	142	462	0.40
6:15 pm - 6:30 pm	112	112	477	0.42
6:30 pm - 6:45 pm	95	95	471	0.41
6:45 pm - 7:00 pm	99	99	448	0.39
7:00 pm - 7:15 pm	132	132	438	0.38
7:15 pm - 7:30 pm	103	103	429	0.38
7:30 pm - 7:45 pm	124	124	458	0.40
7:45 pm - 8:00 pm	96	96	455	0.40
8:00 pm - 8:15 pm	66	66	389	0.34
8:15 pm - 8:30 pm	48	48	334	0.29
Xu promedio				0.35

Tabla 94. *Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 1*

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	92	92		
6:45 am - 7:00 am	156	156		
7:00 am - 7:15 am	232	232		
7:15 am - 7:30 am	162	162	642	0.56
7:30 am - 7:45 am	109	109	659	0.58
7:45 am - 8:00 am	111	111	614	0.54
8:00 am - 8:15 am	120	120	502	0.44
8:15 am - 8:30 am	118	118	458	0.40
8:30 am - 8:45 am	101	101	450	0.39
8:45 am - 9:00 am	102	102	441	0.39
9:00 am - 9:15 am	102	102	423	0.37
9:15 am - 9:30 am	89	89	394	0.35
9:30 am - 9:45 am	93	93	386	0.34
9:45 am - 10:00 am	122	122	406	0.36

La tabla 94 continua aquí.

Hora de Control	S1	V(15min)	V(1h)	Xu
10:00 am - 10:15 am	105	105	409	0.36
10:15 am - 10:30 am	117	117	437	0.38
10:30 am - 10:45 am	80	80	424	0.37
10:45 am - 11:00 am	96	96	398	0.35
11:00 am - 11:15 am	69	69	362	0.32
11:15 am - 11:30 am	89	89	334	0.29
11:30 am - 11:45 am	81	81	335	0.29
11:45 am - 12:00 pm	104	104	343	0.30
12:00 pm - 12:15 pm	93	93	367	0.32
12:15 pm - 12:30 pm	132	132	410	0.36
12:30 pm - 12:45 pm	140	140	469	0.41
12:45 pm - 1:00 pm	115	115	480	0.42
1:00 pm - 1:15 pm	121	121	508	0.45
1:15 pm - 1:30 pm	100	100	476	0.42
1:30 pm - 1:45 pm	81	81	417	0.37
1:45 pm - 2:00 pm	75	75	377	0.33
2:00 pm - 2:15 pm	71	71	327	0.29
2:15 pm - 2:30 pm	84	84	311	0.27
2:30 pm - 2:45 pm	93	93	323	0.28
2:45 pm - 3:00 pm	93	93	341	0.30
3:00 pm - 3:15 pm	91	91	361	0.32
3:15 pm - 3:30 pm	104	104	381	0.33
3:30 pm - 3:45 pm	85	85	373	0.33
3:45 pm - 4:00 pm	95	95	375	0.33
4:00 pm - 4:15 pm	98	98	382	0.33
4:15 pm - 4:30 pm	100	100	378	0.33
4:30 pm - 4:45 pm	77	77	370	0.32
4:45 pm - 5:00 pm	88	88	363	0.32
5:00 pm - 5:15 pm	112	112	377	0.33
5:15 pm - 5:30 pm	69	69	346	0.30
5:30 pm - 5:45 pm	96	96	365	0.32
5:45 pm - 6:00 pm	89	89	366	0.32
6:00 pm - 6:15 pm	152	152	406	0.36
6:15 pm - 6:30 pm	154	154	491	0.43
6:30 pm - 6:45 pm	138	138	533	0.47
6:45 pm - 7:00 pm	139	139	583	0.51
7:00 pm - 7:15 pm	126	126	557	0.49
7:15 pm - 7:30 pm	85	85	488	0.43
7:30 pm - 7:45 pm	166	166	516	0.45
7:45 pm - 8:00 pm	132	132	509	0.45
8:00 pm - 8:15 pm	107	107	490	0.43
8:15 pm - 8:30 pm	72	72	477	0.42
Xu promedio				0.38

Tabla 95. *Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 1*

Día	X_u
Sábado	0.24
Domingo	0.14
Lunes	0.43
Martes	0.34
Miércoles	0.35
Jueves	0.35
Viernes	0.38
Promedio X_{u,SS1}	0.32

Usando la ecuación 22 se puede obtener X_u de acuerdo con la capacidad de cada subsegmento:

$$X_{U,1,SS2} = \frac{499 \text{ veh/h}}{869.08 \text{ veh/h}} = 0.57$$

Tabla 96. *Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 2*

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	X_u
6:30 am - 6:45 am	3	105	108		
6:45 am - 7:00 am	6	116	122		
7:00 am - 7:15 am	6	122	128		
7:15 am - 7:30 am	7	134	141	499	0.57
7:30 am - 7:45 am	4	135	139	530	0.61
7:45 am - 8:00 am	4	119	123	531	0.61
8:00 am - 8:15 am	8	145	153	556	0.64
8:15 am - 8:30 am	7	141	148	563	0.65
8:30 am - 8:45 am	5	174	179	603	0.69
8:45 am - 9:00 am	5	139	144	624	0.72
9:00 am - 9:15 am	4	121	125	596	0.69
9:15 am - 9:30 am	5	148	153	601	0.69
9:30 am - 9:45 am	6	137	143	565	0.65
9:45 am - 10:00 am	5	149	154	575	0.66
10:00 am - 10:15 am	9	145	154	604	0.69
10:15 am - 10:30 am	6	131	137	588	0.68
10:30 am - 10:45 am	7	130	137	582	0.67
10:45 am - 11:00 am	6	154	160	588	0.68
11:00 am - 11:15 am	7	122	129	563	0.65
11:15 am - 11:30 am	7	148	155	581	0.67
11:30 am - 11:45 am	3	140	143	587	0.68
11:45 am - 12:00 pm	2	139	141	568	0.65
12:00 pm - 12:15 pm	6	135	141	580	0.67

La tabla 96 continua aquí

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
12:15 pm - 12:30 pm	5	143	148	573	0.66
12:30 pm - 12:45 pm	5	153	158	588	0.68
12:45 pm - 1:00 pm	5	171	176	623	0.72
1:00 pm - 1:15 pm	4	169	173	655	0.75
1:15 pm - 1:30 pm	3	133	136	643	0.74
1:30 pm - 1:45 pm	2	143	145	630	0.72
1:45 pm - 2:00 pm	2	117	119	573	0.66
2:00 pm - 2:15 pm	5	106	111	511	0.59
2:15 pm - 2:30 pm	3	108	111	486	0.56
2:30 pm - 2:45 pm	4	97	101	442	0.51
2:45 pm - 3:00 pm	4	121	125	448	0.52
3:00 pm - 3:15 pm	3	139	142	479	0.55
3:15 pm - 3:30 pm	5	141	146	514	0.59
3:30 pm - 3:45 pm	3	125	128	541	0.62
3:45 pm - 4:00 pm	4	132	136	552	0.64
4:00 pm - 4:15 pm	5	137	142	552	0.64
4:15 pm - 4:30 pm	5	144	149	555	0.64
4:30 pm - 4:45 pm	5	125	130	557	0.64
4:45 pm - 5:00 pm	5	128	133	554	0.64
5:00 pm - 5:15 pm	5	136	141	553	0.64
5:15 pm - 5:30 pm	4	135	139	543	0.62
5:30 pm - 5:45 pm	5	144	149	562	0.65
5:45 pm - 6:00 pm	4	163	167	596	0.69
6:00 pm - 6:15 pm	8	172	180	635	0.73
6:15 pm - 6:30 pm	6	165	171	667	0.77
6:30 pm - 6:45 pm	4	173	177	695	0.80
6:45 pm - 7:00 pm	5	156	161	689	0.79
7:00 pm - 7:15 pm	4	153	157	666	0.77
7:15 pm - 7:30 pm	2	145	147	642	0.74
7:30 pm - 7:45 pm	6	123	129	594	0.68
7:45 pm - 8:00 pm	5	125	130	563	0.65
8:00 am - 8:15 am	9	122	131	537	0.62
8:15 am - 8:30 am	4	92	96	486	0.56
Xu promedio					0.66

Tabla 97. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 2

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	3	113	116		
6:45 am - 7:00 am	4	154	158		
7:00 am - 7:15 am	3	93	96		
7:15 am - 7:30 am	4	88	92	462	0.53
7:30 am - 7:45 am	3	98	101	447	0.51

La tabla 97 continúa aquí.

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
7:45 am - 8:00 am	4	71	75	364	0.42
8:00 am - 8:15 am	3	79	82	350	0.40
8:15 am - 8:30 am	3	108	111	369	0.42
8:30 am - 8:45 am	4	114	118	386	0.44
8:45 am - 9:00 am	3	116	119	430	0.49
9:00 am - 9:15 am	3	103	106	454	0.52
9:15 am - 9:30 am	4	100	104	447	0.51
9:30 am - 9:45 am	2	98	100	429	0.49
9:45 am - 10:00 am	4	98	102	412	0.47
10:00 am - 10:15 am	3	66	69	375	0.43
10:15 am - 10:30 am	3	69	72	343	0.39
10:30 am - 10:45 am	3	92	95	338	0.39
10:45 am - 11:00 am	1	84	85	321	0.37
11:00 am - 11:15 am	2	81	83	335	0.39
11:15 am - 11:30 am	4	85	89	352	0.41
11:30 am - 11:45 am	3	83	86	343	0.39
11:45 am - 12:00 pm	4	76	80	338	0.39
12:00 pm - 12:15 pm	3	64	67	322	0.37
12:15 pm - 12:30 pm	4	65	69	302	0.35
12:30 pm - 12:45 pm	3	93	96	312	0.36
12:45 pm - 1:00 pm	4	101	105	337	0.39
1:00 pm - 1:15 pm	3	94	97	367	0.42
1:15 pm - 1:30 pm	2	87	89	387	0.45
1:30 pm - 1:45 pm	3	76	79	370	0.43
1:45 pm - 2:00 pm	4	82	86	351	0.40
2:00 pm - 2:15 pm	4	99	103	357	0.41
2:15 pm - 2:30 pm	4	112	116	384	0.44
2:30 pm - 2:45 pm	3	98	101	406	0.47
2:45 pm - 3:00 pm	2	95	97	417	0.48
3:00 pm - 3:15 pm	4	85	89	403	0.46
3:15 pm - 3:30 pm	4	73	77	364	0.42
3:30 pm - 3:45 pm	4	86	90	353	0.41
3:45 pm - 4:00 pm	4	98	102	358	0.41
4:00 pm - 4:15 pm	4	94	98	367	0.42
4:15 pm - 4:30 pm	4	102	106	396	0.46
4:30 pm - 4:45 pm	2	89	91	397	0.46
4:45 pm - 5:00 pm	3	76	79	374	0.43
5:00 pm - 5:15 pm	4	69	73	349	0.40
5:15 pm - 5:30 pm	2	81	83	326	0.38
5:30 pm - 5:45 pm	4	85	89	324	0.37
5:45 pm - 6:00 pm	3	84	87	332	0.38
6:00 pm - 6:15 pm	5	78	83	342	0.39
6:15 pm - 6:30 pm	4	77	81	340	0.39

La tabla 97 continúa aquí.

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 pm - 6:45 pm	5	88	93	344	0.40
6:45 pm - 7:00 pm	4	79	83	340	0.39
7:00 pm - 7:15 pm	2	82	84	341	0.39
7:15 pm - 7:30 pm	3	71	74	334	0.38
7:30 pm - 7:45 pm	2	67	69	310	0.36
7:45 pm - 8:00 pm	4	58	62	289	0.33
8:00 am - 8:15 am	3	96	99	304	0.35
8:15 am - 8:30 am	2	69	71	301	0.35
Xu promedio					0.42

Tabla 98. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 2

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	4	141	145		
6:45 am - 7:00 am	6	186	192		
7:00 am - 7:15 am	6	214	220		
7:15 am - 7:30 am	6	212	218	775	0.89
7:30 am - 7:45 am	2	229	231	861	0.99
7:45 am - 8:00 am	4	166	170	839	0.97
8:00 am - 8:15 am	3	193	196	815	0.94
8:15 am - 8:30 am	2	219	221	818	0.94
8:30 am - 8:45 am	1	225	226	813	0.94
8:45 am - 9:00 am	2	211	213	856	0.98
9:00 am - 9:15 am	1	187	188	848	0.98
9:15 am - 9:30 am	2	195	197	824	0.95
9:30 am - 9:45 am	1	166	167	765	0.88
9:45 am - 10:00 am	2	223	225	777	0.89
10:00 am - 10:15 am	3	216	219	808	0.93
10:15 am - 10:30 am	4	197	201	812	0.93
10:30 am - 10:45 am	2	206	208	853	0.98
10:45 am - 11:00 am	3	220	223	851	0.98
11:00 am - 11:15 am	3	193	196	828	0.95
11:15 am - 11:30 am	2	175	177	804	0.93
11:30 am - 11:45 am	2	163	165	761	0.88
11:45 am - 12:00 pm	3	162	165	703	0.81
12:00 pm - 12:15 pm	4	184	188	695	0.80
12:15 pm - 12:30 pm	6	170	176	694	0.80
12:30 pm - 12:45 pm	5	177	182	711	0.82
12:45 pm - 1:00 pm	6	191	197	743	0.85
1:00 pm - 1:15 pm	4	190	194	749	0.86
1:15 pm - 1:30 pm	5	193	198	771	0.89
1:30 pm - 1:45 pm	4	171	175	764	0.88
1:45 pm - 2:00 pm	4	181	185	752	0.87

La tabla 98 continua aquí

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
2:00 pm - 2:15 pm	2	119	121	679	0.78
2:15 pm - 2:30 pm	2	156	158	639	0.74
2:30 pm - 2:45 pm	3	141	144	608	0.70
2:45 pm - 3:00 pm	3	148	151	574	0.66
3:00 pm - 3:15 pm	3	203	206	659	0.76
3:15 pm - 3:30 pm	3	178	181	682	0.78
3:30 pm - 3:45 pm	3	175	178	716	0.82
3:45 pm - 4:00 pm	4	202	206	771	0.89
4:00 pm - 4:15 pm	4	187	191	756	0.87
4:15 pm - 4:30 pm	2	166	168	743	0.85
4:30 pm - 4:45 pm	2	169	171	736	0.85
4:45 pm - 5:00 pm	4	175	179	709	0.82
5:00 pm - 5:15 pm	4	190	194	712	0.82
5:15 pm - 5:30 pm	5	182	187	731	0.84
5:30 pm - 5:45 pm	4	178	182	742	0.85
5:45 pm - 6:00 pm	4	185	189	752	0.87
6:00 pm - 6:15 pm	1	221	222	780	0.90
6:15 pm - 6:30 pm	3	210	213	806	0.93
6:30 pm - 6:45 pm	3	225	228	852	0.98
6:45 pm - 7:00 pm	3	209	212	875	1.01
7:00 pm - 7:15 pm	4	205	209	862	0.99
7:15 pm - 7:30 pm	3	164	167	816	0.94
7:30 pm - 7:45 pm	2	163	165	753	0.87
7:45 pm - 8:00 pm	4	156	160	701	0.81
8:00 am - 8:15 am	6	146	152	644	0.74
8:15 am - 8:30 am	4	109	113	590	0.68
Xu promedio					0.87

Tabla 99. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 2

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	4	172	176		
6:45 am - 7:00 am	4	222	226		
7:00 am - 7:15 am	7	189	196		
7:15 am - 7:30 am	5	207	212	810	0.93
7:30 am - 7:45 am	4	190	194	828	0.95
7:45 am - 8:00 am	4	187	191	793	0.91
8:00 am - 8:15 am	4	203	207	804	0.93
8:15 am - 8:30 am	5	203	208	800	0.92
8:30 am - 8:45 am	4	188	192	798	0.92
8:45 am - 9:00 am	5	207	212	819	0.94
9:00 am - 9:15 am	3	206	209	821	0.94
9:15 am - 9:30 am	3	192	195	808	0.93

La tabla 99 continua aquí.

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
9:30 am - 9:45 am	3	187	190	806	0.93
9:45 am - 10:00 am	4	202	206	800	0.92
10:00 am - 10:15 am	3	229	232	823	0.95
10:15 am - 10:30 am	3	217	220	848	0.98
10:30 am - 10:45 am	3	208	211	869	1.00
10:45 am - 11:00 am	3	207	210	873	1.00
11:00 am - 11:15 am	5	204	209	850	0.98
11:15 am - 11:30 am	6	170	176	806	0.93
11:30 am - 11:45 am	3	165	168	763	0.88
11:45 am - 12:00 pm	3	191	194	747	0.86
12:00 pm - 12:15 pm	4	172	176	714	0.82
12:15 pm - 12:30 pm	5	183	188	726	0.84
12:30 pm - 12:45 pm	5	220	225	783	0.90
12:45 pm - 1:00 pm	3	229	232	821	0.94
1:00 pm - 1:15 pm	5	236	241	886	1.02
1:15 pm - 1:30 pm	4	236	240	938	1.08
1:30 pm - 1:45 pm	5	229	234	947	1.09
1:45 pm - 2:00 pm	5	180	185	900	1.04
2:00 pm - 2:15 pm	3	168	171	830	0.96
2:15 pm - 2:30 pm	5	169	174	764	0.88
2:30 pm - 2:45 pm	4	155	159	689	0.79
2:45 pm - 3:00 pm	4	175	179	683	0.79
3:00 pm - 3:15 pm	4	200	204	716	0.82
3:15 pm - 3:30 pm	4	184	188	730	0.84
3:30 pm - 3:45 pm	4	194	198	769	0.88
3:45 pm - 4:00 pm	6	207	213	803	0.92
4:00 pm - 4:15 pm	6	191	197	796	0.92
4:15 pm - 4:30 pm	3	182	185	793	0.91
4:30 pm - 4:45 pm	5	194	199	794	0.91
4:45 pm - 5:00 pm	5	207	212	793	0.91
5:00 pm - 5:15 pm	5	210	215	811	0.93
5:15 pm - 5:30 pm	6	192	198	824	0.95
5:30 pm - 5:45 pm	5	200	205	830	0.96
5:45 pm - 6:00 pm	5	198	203	821	0.94
6:00 pm - 6:15 pm	7	192	199	805	0.93
6:15 pm - 6:30 pm	8	181	189	796	0.92
6:30 pm - 6:45 pm	6	172	178	769	0.88
6:45 pm - 7:00 pm	7	192	199	765	0.88
7:00 pm - 7:15 pm	6	177	183	749	0.86
7:15 pm - 7:30 pm	4	181	185	745	0.86
7:30 pm - 7:45 pm	5	187	192	759	0.87
7:45 pm - 8:00 pm	5	171	176	736	0.85

La tabla 99 continua aquí.

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
8:00 am - 8:15 am	4	169	173	726	0.84
8:15 am - 8:30 am	2	120	122	663	0.76
Xu promedio					0.91

Tabla 100. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 2

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	2	132	134		
6:45 am - 7:00 am	5	194	199		
7:00 am - 7:15 am	7	169	176		
7:15 am - 7:30 am	5	198	203	712	0.82
7:30 am - 7:45 am	3	248	251	829	0.95
7:45 am - 8:00 am	3	253	256	886	1.02
8:00 am - 8:15 am	4	228	232	942	1.08
8:15 am - 8:30 am	4	205	209	948	1.09
8:30 am - 8:45 am	4	203	207	904	1.04
8:45 am - 9:00 am	3	232	235	883	1.02
9:00 am - 9:15 am	3	232	235	886	1.02
9:15 am - 9:30 am	4	240	244	921	1.06
9:30 am - 9:45 am	4	247	251	965	1.11
9:45 am - 10:00 am	4	223	227	957	1.10
10:00 am - 10:15 am	3	206	209	931	1.07
10:15 am - 10:30 am	4	213	217	904	1.04
10:30 am - 10:45 am	5	233	238	891	1.03
10:45 am - 11:00 am	4	212	216	880	1.01
11:00 am - 11:15 am	2	207	209	880	1.01
11:15 am - 11:30 am	3	200	203	866	1.00
11:30 am - 11:45 am	3	215	218	846	0.97
11:45 am - 12:00 pm	2	204	206	836	0.96
12:00 pm - 12:15 pm	5	201	206	833	0.96
12:15 pm - 12:30 pm	4	219	223	853	0.98
12:30 pm - 12:45 pm	6	221	227	862	0.99
12:45 pm - 1:00 pm	5	192	197	853	0.98
1:00 pm - 1:15 pm	5	214	219	866	1.00
1:15 pm - 1:30 pm	6	225	231	874	1.01
1:30 pm - 1:45 pm	4	212	216	863	0.99
1:45 pm - 2:00 pm	4	199	203	869	1.00
2:00 pm - 2:15 pm	3	173	176	826	0.95
2:15 pm - 2:30 pm	4	182	186	781	0.90
2:30 pm - 2:45 pm	4	210	214	779	0.90
2:45 pm - 3:00 pm	5	235	240	816	0.94
3:00 pm - 3:15 pm	6	220	226	866	1.00
3:15 pm - 3:30 pm	4	212	216	896	1.03

La tabla 100 continua aquí

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
3:30 pm - 3:45 pm	5	206	211	893	1.03
3:45 pm - 4:00 pm	6	223	229	882	1.01
4:00 pm - 4:15 pm	6	241	247	903	1.04
4:15 pm - 4:30 pm	5	241	246	933	1.07
4:30 pm - 4:45 pm	6	189	195	917	1.06
4:45 pm - 5:00 pm	5	202	207	895	1.03
5:00 pm - 5:15 pm	5	187	192	840	0.97
5:15 pm - 5:30 pm	6	179	185	779	0.90
5:30 pm - 5:45 pm	5	176	181	765	0.88
5:45 pm - 6:00 pm	6	192	198	756	0.87
6:00 pm - 6:15 pm	7	211	218	782	0.90
6:15 pm - 6:30 pm	4	214	218	815	0.94
6:30 pm - 6:45 pm	4	221	225	859	0.99
6:45 pm - 7:00 pm	5	231	236	897	1.03
7:00 pm - 7:15 pm	8	216	224	903	1.04
7:15 pm - 7:30 pm	5	214	219	904	1.04
7:30 pm - 7:45 pm	3	176	179	858	0.99
7:45 pm - 8:00 pm	3	156	159	781	0.90
8:00 am - 8:15 am	2	140	142	699	0.80
8:15 am - 8:30 am	2	85	87	567	0.65
Xu promedio					0.98

Tabla 101. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 2

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	7	107	114		
6:45 am - 7:00 am	8	154	162		
7:00 am - 7:15 am	13	201	214		
7:15 am - 7:30 am	14	227	241	731	0.84
7:30 am - 7:45 am	8	221	229	846	0.97
7:45 am - 8:00 am	9	216	225	909	1.05
8:00 am - 8:15 am	8	198	206	901	1.04
8:15 am - 8:30 am	5	197	202	862	0.99
8:30 am - 8:45 am	5	181	186	819	0.94
8:45 am - 9:00 am	7	156	163	757	0.87
9:00 am - 9:15 am	10	137	147	698	0.80
9:15 am - 9:30 am	10	125	135	631	0.73
9:30 am - 9:45 am	12	150	162	607	0.70
9:45 am - 10:00 am	12	168	180	624	0.72
10:00 am - 10:15 am	9	161	170	647	0.74
10:15 am - 10:30 am	12	178	190	702	0.81
10:30 am - 10:45 am	8	189	197	737	0.85
10:45 am - 11:00 am	14	168	182	739	0.85

La tabla 101 continua aquí.

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
11:00 am - 11:15 am	12	147	159	728	0.84
11:15 am - 11:30 am	7	159	166	704	0.81
11:30 am - 11:45 am	11	128	139	646	0.74
11:45 am - 12:00 pm	7	146	153	617	0.71
12:00 pm - 12:15 pm	11	167	178	636	0.73
12:15 pm - 12:30 pm	11	170	181	651	0.75
12:30 pm - 12:45 pm	12	169	181	693	0.80
12:45 pm - 1:00 pm	16	155	171	711	0.82
1:00 pm - 1:15 pm	11	182	193	726	0.84
1:15 pm - 1:30 pm	7	180	187	732	0.84
1:30 pm - 1:45 pm	10	174	184	735	0.85
1:45 pm - 2:00 pm	8	168	176	740	0.85
2:00 pm - 2:15 pm	7	155	162	709	0.82
2:15 pm - 2:30 pm	5	183	188	710	0.82
2:30 pm - 2:45 pm	6	150	156	682	0.78
2:45 pm - 3:00 pm	8	182	190	696	0.80
3:00 pm - 3:15 pm	15	171	186	720	0.83
3:15 pm - 3:30 pm	7	201	208	740	0.85
3:30 pm - 3:45 pm	13	206	219	803	0.92
3:45 pm - 4:00 pm	13	195	208	821	0.94
4:00 pm - 4:15 pm	13	194	207	842	0.97
4:15 pm - 4:30 pm	11	174	185	819	0.94
4:30 pm - 4:45 pm	7	165	172	772	0.89
4:45 pm - 5:00 pm	14	184	198	762	0.88
5:00 pm - 5:15 pm	12	180	192	747	0.86
5:15 pm - 5:30 pm	11	177	188	750	0.86
5:30 pm - 5:45 pm	11	170	181	759	0.87
5:45 pm - 6:00 pm	10	174	184	745	0.86
6:00 pm - 6:15 pm	11	148	159	712	0.82
6:15 pm - 6:30 pm	12	129	141	665	0.77
6:30 pm - 6:45 pm	7	128	135	619	0.71
6:45 pm - 7:00 pm	10	128	138	573	0.66
7:00 pm - 7:15 pm	13	179	192	606	0.70
7:15 pm - 7:30 pm	10	186	196	661	0.76
7:30 pm - 7:45 pm	13	158	171	697	0.80
7:45 pm - 8:00 pm	11	141	152	711	0.82
8:00 am - 8:15 am	5	122	127	646	0.74
8:15 am - 8:30 am	5	82	87	537	0.62
Xu promedio					0.83

Tabla 102. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 2

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	6	82	88		
6:45 am - 7:00 am	9	99	108		
7:00 am - 7:15 am	11	125	136		
7:15 am - 7:30 am	10	139	149	481	0.55
7:30 am - 7:45 am	7	125	132	525	0.60
7:45 am - 8:00 am	7	151	158	575	0.66
8:00 am - 8:15 am	7	147	154	593	0.68
8:15 am - 8:30 am	6	137	143	587	0.68
8:30 am - 8:45 am	7	132	139	594	0.68
8:45 am - 9:00 am	5	146	151	587	0.68
9:00 am - 9:15 am	6	147	153	586	0.67
9:15 am - 9:30 am	5	165	170	613	0.71
9:30 am - 9:45 am	5	156	161	635	0.73
9:45 am - 10:00 am	6	157	163	647	0.74
10:00 am - 10:15 am	7	155	162	656	0.75
10:15 am - 10:30 am	7	123	130	616	0.71
10:30 am - 10:45 am	6	110	116	571	0.66
10:45 am - 11:00 am	7	137	144	552	0.64
11:00 am - 11:15 am	5	114	119	509	0.59
11:15 am - 11:30 am	6	121	127	506	0.58
11:30 am - 11:45 am	5	112	117	507	0.58
11:45 am - 12:00 pm	7	125	132	495	0.57
12:00 pm - 12:15 pm	5	136	141	517	0.59
12:15 pm - 12:30 pm	8	160	168	558	0.64
12:30 pm - 12:45 pm	8	145	153	594	0.68
12:45 pm - 1:00 pm	8	130	138	600	0.69
1:00 pm - 1:15 pm	7	134	141	600	0.69
1:15 pm - 1:30 pm	7	114	121	553	0.64
1:30 pm - 1:45 pm	5	128	133	533	0.61
1:45 pm - 2:00 pm	5	127	132	527	0.61
2:00 pm - 2:15 pm	5	110	115	501	0.58
2:15 pm - 2:30 pm	5	91	96	476	0.55
2:30 pm - 2:45 pm	6	98	104	447	0.51
2:45 pm - 3:00 pm	6	93	99	414	0.48
3:00 pm - 3:15 pm	6	109	115	414	0.48
3:15 pm - 3:30 pm	5	128	133	451	0.52
3:30 pm - 3:45 pm	5	116	121	468	0.54
3:45 pm - 4:00 pm	6	122	128	497	0.57
4:00 pm - 4:15 pm	5	100	105	487	0.56
4:15 pm - 4:30 pm	6	98	104	458	0.53
4:30 pm - 4:45 pm	5	126	131	468	0.54
4:45 pm - 5:00 pm	4	99	103	443	0.51
5:00 pm - 5:15 pm	7	146	153	491	0.56

La tabla 102 continua aquí.

Hora de Control	S4	S5	V(15min)	V(1h)	Xu
5:15 pm - 5:30 pm	5	126	131	518	0.60
5:30 pm - 5:45 pm	6	130	136	523	0.60
5:45 pm - 6:00 pm	5	166	171	591	0.68
6:00 pm - 6:15 pm	8	209	217	655	0.75
6:15 pm - 6:30 pm	8	237	245	769	0.88
6:30 pm - 6:45 pm	8	228	236	869	1.00
6:45 pm - 7:00 pm	8	228	236	934	1.07
7:00 pm - 7:15 pm	7	147	154	871	1.00
7:15 pm - 7:30 pm	4	119	123	749	0.86
7:30 pm - 7:45 pm	8	137	145	658	0.76
7:45 pm - 8:00 pm	8	137	145	567	0.65
8:00 am - 8:15 am	6	123	129	542	0.62
8:15 am - 8:30 am	5	84	89	508	0.58
Xu promedio					0.65

Tabla 103. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 2

Día	Xu
Sábado	0.66
Domingo	0.42
Lunes	0.87
Martes	0.91
Miércoles	0.98
Jueves	0.83
Viernes	0.65
Promedio Xu,SS2	0.76

Usando la ecuación 22 se puede obtener X_u de acuerdo con la capacidad de cada subsegmento:

$$X_{U,SS3} = \frac{194 \text{ veh/h}}{574.25 \text{ veh/h}} = 0.34$$

Tabla 104. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 3

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	6	0	19	25		
6:45 am - 7:00 am	10	0	37	47		
7:00 am - 7:15 am	13	0	33	46		
7:15 am - 7:30 am	13	0	63	76	194	0.34
7:30 am - 7:45 am	16	1	26	43	212	0.37

La tabla 104 continua aquí

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
7:45 am - 8:00 am	18	1	48	67	232	0.40
8:00 am - 8:15 am	18	1	74	93	279	0.49
8:15 am - 8:30 am	17	1	57	75	278	0.48
8:30 am - 8:45 am	16	0	79	95	330	0.57
8:45 am - 9:00 am	16	0	66	82	345	0.60
9:00 am - 9:15 am	23	0	63	86	338	0.59
9:15 am - 9:30 am	28	2	71	101	364	0.63
9:30 am - 9:45 am	24	0	53	77	346	0.60
9:45 am - 10:00 am	23	1	78	102	366	0.64
10:00 am - 10:15 am	30	0	50	80	360	0.63
10:15 am - 10:30 am	23	2	46	71	330	0.57
10:30 am - 10:45 am	27	1	48	76	329	0.57
10:45 am - 11:00 am	18	0	43	61	288	0.50
11:00 am - 11:15 am	25	2	40	67	275	0.48
11:15 am - 11:30 am	27	1	51	79	283	0.49
11:30 am - 11:45 am	18	1	41	60	267	0.46
11:45 am - 12:00 pm	15	0	62	77	283	0.49
12:00 pm - 12:15 pm	25	0	44	69	285	0.50
12:15 pm - 12:30 pm	18	1	50	69	275	0.48
12:30 pm - 12:45 pm	18	0	56	74	289	0.50
12:45 pm - 1:00 pm	21	0	44	65	277	0.48
1:00 pm - 1:15 pm	11	1	60	72	280	0.49
1:15 pm - 1:30 pm	12	0	48	60	271	0.47
1:30 pm - 1:45 pm	8	0	46	54	251	0.44
1:45 pm - 2:00 pm	8	0	30	38	224	0.39
2:00 pm - 2:15 pm	22	1	35	58	210	0.37
2:15 pm - 2:30 pm	17	2	34	53	203	0.35
2:30 pm - 2:45 pm	12	0	35	47	196	0.34
2:45 pm - 3:00 pm	20	1	28	49	207	0.36
3:00 pm - 3:15 pm	15	1	25	41	190	0.33
3:15 pm - 3:30 pm	18	1	17	36	173	0.30
3:30 pm - 3:45 pm	16	0	32	48	174	0.30
3:45 pm - 4:00 pm	19	0	28	47	172	0.30
4:00 pm - 4:15 pm	17	0	23	40	171	0.30
4:15 pm - 4:30 pm	19	0	29	48	183	0.32
4:30 pm - 4:45 pm	18	1	12	31	166	0.29
4:45 pm - 5:00 pm	21	0	14	35	154	0.27
5:00 pm - 5:15 pm	19	1	30	50	164	0.29
5:15 pm - 5:30 pm	15	0	38	53	169	0.29
5:30 pm - 5:45 pm	19	0	29	48	186	0.32
5:45 pm - 6:00 pm	17	1	45	63	214	0.37
6:00 pm - 6:15 pm	24	0	26	50	214	0.37
6:15 pm - 6:30 pm	14	1	24	39	200	0.35
6:30 pm - 6:45 pm	15	1	18	34	186	0.32
6:45 pm - 7:00 pm	15	1	32	48	171	0.30

La tabla 104 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
7:00 pm - 7:15 pm	12	0	30	42	163	0.28
7:15 pm - 7:30 pm	14	0	25	39	163	0.28
7:30 pm - 7:45 pm	19	0	35	54	183	0.32
7:45 pm - 8:00 pm	16	0	40	56	191	0.33
8:00 pm - 8:15 pm	19	0	33	52	201	0.35
8:15 pm - 8:30 pm	9	0	19	28	190	0.33
Xu promedio						0.42

Tabla 105. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 3

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	5	0	24	29		
6:45 am - 7:00 am	15	0	25	40		
7:00 am - 7:15 am	10	0	25	35		
7:15 am - 7:30 am	10	0	25	35	139	0.24
7:30 am - 7:45 am	12	0	32	44	154	0.27
7:45 am - 8:00 am	8	2	26	36	150	0.26
8:00 am - 8:15 am	10	0	28	38	153	0.27
8:15 am - 8:30 am	8	1	28	37	155	0.27
8:30 am - 8:45 am	10	0	25	35	146	0.25
8:45 am - 9:00 am	7	0	23	30	140	0.24
9:00 am - 9:15 am	10	0	24	34	136	0.24
9:15 am - 9:30 am	10	0	35	45	144	0.25
9:30 am - 9:45 am	9	0	29	38	147	0.26
9:45 am - 10:00 am	12	1	29	42	159	0.28
10:00 am - 10:15 am	9	0	32	41	166	0.29
10:15 am - 10:30 am	8	1	29	38	159	0.28
10:30 am - 10:45 am	8	1	46	55	176	0.31
10:45 am - 11:00 am	8	0	33	41	175	0.30
11:00 am - 11:15 am	10	0	39	49	183	0.32
11:15 am - 11:30 am	20	0	35	55	200	0.35
11:30 am - 11:45 am	10	1	30	41	186	0.32
11:45 am - 12:00 pm	15	0	32	47	192	0.33
12:00 pm - 12:15 pm	9	0	34	43	186	0.32
12:15 pm - 12:30 pm	11	0	39	50	181	0.32
12:30 pm - 12:45 pm	9	1	33	43	183	0.32
12:45 pm - 1:00 pm	10	0	38	48	184	0.32
1:00 pm - 1:15 pm	12	0	37	49	190	0.33
1:15 pm - 1:30 pm	8	0	34	42	182	0.32
1:30 pm - 1:45 pm	13	1	26	40	179	0.31
1:45 pm - 2:00 pm	10	0	21	31	162	0.28
2:00 pm - 2:15 pm	14	0	29	43	156	0.27
2:15 pm - 2:30 pm	14	1	30	45	159	0.28

La tabla 105 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
2:30 pm - 2:45 pm	7	0	34	41	160	0.28
2:45 pm - 3:00 pm	8	1	24	33	162	0.28
3:00 pm - 3:15 pm	10	0	28	38	157	0.27
3:15 pm - 3:30 pm	11	0	24	35	147	0.26
3:30 pm - 3:45 pm	12	0	25	37	143	0.25
3:45 pm - 4:00 pm	9	0	28	37	147	0.26
4:00 pm - 4:15 pm	14	0	37	51	160	0.28
4:15 pm - 4:30 pm	16	0	33	49	174	0.30
4:30 pm - 4:45 pm	8	0	40	48	185	0.32
4:45 pm - 5:00 pm	9	0	30	39	187	0.33
5:00 pm - 5:15 pm	11	0	28	39	175	0.30
5:15 pm - 5:30 pm	8	1	35	44	170	0.30
5:30 pm - 5:45 pm	14	1	24	39	161	0.28
5:45 pm - 6:00 pm	8	0	29	37	159	0.28
6:00 pm - 6:15 pm	13	0	33	46	166	0.29
6:15 pm - 6:30 pm	10	0	31	41	163	0.28
6:30 pm - 6:45 pm	14	0	33	47	171	0.30
6:45 pm - 7:00 pm	15	0	28	43	177	0.31
7:00 pm - 7:15 pm	7	0	26	33	164	0.29
7:15 pm - 7:30 pm	10	0	25	35	158	0.28
7:30 pm - 7:45 pm	9	0	22	31	142	0.25
7:45 pm - 8:00 pm	11	0	24	35	134	0.23
8:00 pm - 8:15 pm	12	0	15	27	128	0.22
8:15 pm - 8:30 pm	3	0	8	11	104	0.18
Xu promedio						0.28

Tabla 106. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 3

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	59	0	16	75		
6:45 am - 7:00 am	72	1	22	95		
7:00 am - 7:15 am	106	1	43	150		
7:15 am - 7:30 am	106	0	60	166	486	0.85
7:30 am - 7:45 am	84	1	63	148	559	0.97
7:45 am - 8:00 am	72	2	67	141	605	1.05
8:00 am - 8:15 am	96	0	68	164	619	1.08
8:15 am - 8:30 am	78	2	44	124	577	1.00
8:30 am - 8:45 am	89	1	62	152	581	1.01
8:45 am - 9:00 am	100	0	53	153	593	1.03
9:00 am - 9:15 am	52	2	39	93	522	0.91
9:15 am - 9:30 am	50	1	53	104	502	0.87
9:30 am - 9:45 am	54	0	46	100	450	0.78
9:45 am - 10:00 am	39	1	53	93	390	0.68

La tabla 106 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
10:00 am - 10:15 am	57	1	46	104	401	0.70
10:15 am - 10:30 am	47	2	42	91	388	0.68
10:30 am - 10:45 am	53	1	47	101	389	0.68
10:45 am - 11:00 am	67	1	52	120	416	0.72
11:00 am - 11:15 am	41	1	38	80	392	0.68
11:15 am - 11:30 am	55	2	41	98	399	0.69
11:30 am - 11:45 am	66	0	28	94	392	0.68
11:45 am - 12:00 pm	54	1	41	96	368	0.64
12:00 pm - 12:15 pm	81	1	40	122	410	0.71
12:15 pm - 12:30 pm	92	1	37	130	442	0.77
12:30 pm - 12:45 pm	95	1	36	132	480	0.84
12:45 pm - 1:00 pm	131	2	39	172	556	0.97
1:00 pm - 1:15 pm	87	2	40	129	563	0.98
1:15 pm - 1:30 pm	96	1	46	143	576	1.00
1:30 pm - 1:45 pm	92	3	46	141	585	1.02
1:45 pm - 2:00 pm	96	2	40	138	551	0.96
2:00 pm - 2:15 pm	51	2	32	85	507	0.88
2:15 pm - 2:30 pm	53	2	39	94	458	0.80
2:30 pm - 2:45 pm	69	2	37	108	425	0.74
2:45 pm - 3:00 pm	71	1	43	115	402	0.70
3:00 pm - 3:15 pm	67	1	39	107	424	0.74
3:15 pm - 3:30 pm	67	1	41	109	439	0.76
3:30 pm - 3:45 pm	64	2	35	101	432	0.75
3:45 pm - 4:00 pm	60	2	50	112	429	0.75
4:00 pm - 4:15 pm	83	0	33	116	438	0.76
4:15 pm - 4:30 pm	62	1	30	93	422	0.73
4:30 pm - 4:45 pm	49	1	29	79	400	0.70
4:45 pm - 5:00 pm	77	1	19	97	385	0.67
5:00 pm - 5:15 pm	81	1	20	102	371	0.65
5:15 pm - 5:30 pm	66	1	21	88	366	0.64
5:30 pm - 5:45 pm	69	0	23	92	379	0.66
5:45 pm - 6:00 pm	67	1	21	89	371	0.65
6:00 pm - 6:15 pm	44	2	29	75	344	0.60
6:15 pm - 6:30 pm	60	0	44	104	360	0.63
6:30 pm - 6:45 pm	52	1	57	110	378	0.66
6:45 pm - 7:00 pm	57	2	54	113	402	0.70
7:00 pm - 7:15 pm	65	3	45	113	440	0.77
7:15 pm - 7:30 pm	63	1	38	102	438	0.76
7:30 pm - 7:45 pm	59	0	41	100	428	0.75
7:45 pm - 8:00 pm	80	0	39	119	434	0.76
8:00 pm - 8:15 pm	91	0	28	119	440	0.77
8:15 pm - 8:30 pm	76	0	21	97	435	0.76
Xu promedio						0.79

Tabla 107. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 3

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	23	0	42	65		
6:45 am - 7:00 am	38	0	46	84		
7:00 am - 7:15 am	49	0	68	117		
7:15 am - 7:30 am	45	1	104	150	416	0.72
7:30 am - 7:45 am	32	1	73	106	457	0.80
7:45 am - 8:00 am	29	3	52	84	457	0.80
8:00 am - 8:15 am	30	0	72	102	442	0.77
8:15 am - 8:30 am	33	1	71	105	397	0.69
8:30 am - 8:45 am	33	2	70	105	396	0.69
8:45 am - 9:00 am	37	1	72	110	422	0.73
9:00 am - 9:15 am	23	2	80	105	425	0.74
9:15 am - 9:30 am	28	2	69	99	419	0.73
9:30 am - 9:45 am	25	2	59	86	400	0.70
9:45 am - 10:00 am	29	0	80	109	399	0.69
10:00 am - 10:15 am	29	1	81	111	405	0.71
10:15 am - 10:30 am	26	2	96	124	430	0.75
10:30 am - 10:45 am	29	1	76	106	450	0.78
10:45 am - 11:00 am	25	0	74	99	440	0.77
11:00 am - 11:15 am	34	2	83	119	448	0.78
11:15 am - 11:30 am	44	2	49	95	419	0.73
11:30 am - 11:45 am	27	1	48	76	389	0.68
11:45 am - 12:00 pm	29	1	74	104	394	0.69
12:00 pm - 12:15 pm	33	1	58	92	367	0.64
12:15 pm - 12:30 pm	37	4	56	97	369	0.64
12:30 pm - 12:45 pm	48	2	100	150	443	0.77
12:45 pm - 1:00 pm	30	3	88	121	460	0.80
1:00 pm - 1:15 pm	38	2	108	148	516	0.90
1:15 pm - 1:30 pm	28	1	104	133	552	0.96
1:30 pm - 1:45 pm	31	2	91	124	526	0.92
1:45 pm - 2:00 pm	33	1	53	87	492	0.86
2:00 pm - 2:15 pm	26	0	54	80	424	0.74
2:15 pm - 2:30 pm	32	3	58	93	384	0.67
2:30 pm - 2:45 pm	31	0	48	79	339	0.59
2:45 pm - 3:00 pm	35	0	67	102	354	0.62
3:00 pm - 3:15 pm	39	1	76	116	390	0.68
3:15 pm - 3:30 pm	34	1	52	87	384	0.67
3:30 pm - 3:45 pm	39	1	81	121	426	0.74
3:45 pm - 4:00 pm	39	0	74	113	437	0.76
4:00 pm - 4:15 pm	36	1	79	116	437	0.76
4:15 pm - 4:30 pm	30	2	77	109	459	0.80
4:30 pm - 4:45 pm	40	1	55	96	434	0.76
4:45 pm - 5:00 pm	40	0	79	119	440	0.77
5:00 pm - 5:15 pm	36	0	80	116	440	0.77

La tabla 107 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
5:15 pm - 5:30 pm	40	1	74	115	446	0.78
5:30 pm - 5:45 pm	30	0	77	107	457	0.80
5:45 pm - 6:00 pm	41	1	73	115	453	0.79
6:00 pm - 6:15 pm	51	1	54	106	443	0.77
6:15 pm - 6:30 pm	53	1	54	108	436	0.76
6:30 pm - 6:45 pm	37	1	42	80	409	0.71
6:45 pm - 7:00 pm	48	1	77	126	420	0.73
7:00 pm - 7:15 pm	43	0	53	96	410	0.71
7:15 pm - 7:30 pm	38	1	60	99	401	0.70
7:30 pm - 7:45 pm	40	0	54	94	415	0.72
7:45 pm - 8:00 pm	40	0	34	74	363	0.63
8:00 pm - 8:15 pm	28	0	37	65	332	0.58
8:15 pm - 8:30 pm	20	0	25	45	278	0.48
					Xu promedio	0.73

Tabla 108. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 3

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	23	0	28	51		
6:45 am - 7:00 am	31	0	50	81		
7:00 am - 7:15 am	41	0	60	101		
7:15 am - 7:30 am	32	2	96	130	363	0.63
7:30 am - 7:45 am	32	0	95	127	439	0.76
7:45 am - 8:00 am	20	1	97	118	476	0.83
8:00 am - 8:15 am	25	1	76	102	477	0.83
8:15 am - 8:30 am	37	3	68	108	455	0.79
8:30 am - 8:45 am	28	0	53	81	409	0.71
8:45 am - 9:00 am	26	0	53	79	370	0.64
9:00 am - 9:15 am	30	2	77	109	377	0.66
9:15 am - 9:30 am	32	1	77	110	379	0.66
9:30 am - 9:45 am	29	1	86	116	414	0.72
9:45 am - 10:00 am	26	1	89	116	451	0.79
10:00 am - 10:15 am	27	1	59	87	429	0.75
10:15 am - 10:30 am	30	2	54	86	405	0.71
10:30 am - 10:45 am	34	1	64	99	388	0.68
10:45 am - 11:00 am	35	1	71	107	379	0.66
11:00 am - 11:15 am	21	3	51	75	367	0.64
11:15 am - 11:30 am	25	1	67	93	374	0.65
11:30 am - 11:45 am	26	0	60	86	361	0.63
11:45 am - 12:00 pm	23	1	54	78	332	0.58
12:00 pm - 12:15 pm	26	2	70	98	355	0.62
12:15 pm - 12:30 pm	34	5	71	110	372	0.65
12:30 pm - 12:45 pm	39	1	71	111	397	0.69

La tabla 108 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
12:45 pm - 1:00 pm	39	2	70	111	430	0.75
1:00 pm - 1:15 pm	35	1	90	126	458	0.80
1:15 pm - 1:30 pm	32	2	89	123	471	0.82
1:30 pm - 1:45 pm	30	0	70	100	460	0.80
1:45 pm - 2:00 pm	29	1	67	97	446	0.78
2:00 pm - 2:15 pm	25	2	55	82	402	0.70
2:15 pm - 2:30 pm	31	2	67	100	379	0.66
2:30 pm - 2:45 pm	33	1	66	100	379	0.66
2:45 pm - 3:00 pm	40	3	87	130	412	0.72
3:00 pm - 3:15 pm	38	2	83	123	453	0.79
3:15 pm - 3:30 pm	30	2	77	109	462	0.80
3:30 pm - 3:45 pm	32	1	77	110	472	0.82
3:45 pm - 4:00 pm	38	1	77	116	458	0.80
4:00 pm - 4:15 pm	37	1	85	123	458	0.80
4:15 pm - 4:30 pm	31	1	89	121	470	0.82
4:30 pm - 4:45 pm	37	0	70	107	467	0.81
4:45 pm - 5:00 pm	35	2	55	92	443	0.77
5:00 pm - 5:15 pm	36	2	71	109	429	0.75
5:15 pm - 5:30 pm	39	1	53	93	401	0.70
5:30 pm - 5:45 pm	34	1	50	85	379	0.66
5:45 pm - 6:00 pm	45	1	72	118	405	0.71
6:00 pm - 6:15 pm	49	1	78	128	424	0.74
6:15 pm - 6:30 pm	28	0	56	84	415	0.72
6:30 pm - 6:45 pm	33	1	65	99	429	0.75
6:45 pm - 7:00 pm	30	2	75	107	418	0.73
7:00 pm - 7:15 pm	51	2	62	115	405	0.71
7:15 pm - 7:30 pm	32	0	58	90	411	0.72
7:30 pm - 7:45 pm	32	0	47	79	391	0.68
7:45 pm - 8:00 pm	20	1	41	62	346	0.60
8:00 pm - 8:15 pm	16	0	33	49	280	0.49
8:15 pm - 8:30 pm	13	0	27	40	230	0.40
Xu promedio						0.71

Tabla 109. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 3

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	26	0	46	72		
6:45 am - 7:00 am	35	0	68	103		
7:00 am - 7:15 am	50	0	61	111		
7:15 am - 7:30 am	54	0	74	128	414	0.72
7:30 am - 7:45 am	35	1	66	102	444	0.77
7:45 am - 8:00 am	30	2	64	96	437	0.76
8:00 am - 8:15 am	19	3	60	82	408	0.71

La tabla 109 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
8:15 am - 8:30 am	23	2	74	99	379	0.66
8:30 am - 8:45 am	20	1	76	97	374	0.65
8:45 am - 9:00 am	23	1	71	95	373	0.65
9:00 am - 9:15 am	30	3	65	98	389	0.68
9:15 am - 9:30 am	28	1	67	96	386	0.67
9:30 am - 9:45 am	33	1	64	98	387	0.67
9:45 am - 10:00 am	31	3	71	105	397	0.69
10:00 am - 10:15 am	30	1	64	95	394	0.69
10:15 am - 10:30 am	31	2	50	83	381	0.66
10:30 am - 10:45 am	27	2	52	81	364	0.63
10:45 am - 11:00 am	40	0	49	89	348	0.61
11:00 am - 11:15 am	34	2	46	82	335	0.58
11:15 am - 11:30 am	26	1	49	76	328	0.57
11:30 am - 11:45 am	36	0	45	81	328	0.57
11:45 am - 12:00 pm	32	0	48	80	319	0.56
12:00 pm - 12:15 pm	36	2	49	87	324	0.56
12:15 pm - 12:30 pm	38	1	54	93	341	0.59
12:30 pm - 12:45 pm	39	0	50	89	349	0.61
12:45 pm - 1:00 pm	49	2	67	118	387	0.67
1:00 pm - 1:15 pm	42	0	98	140	440	0.77
1:15 pm - 1:30 pm	30	1	98	129	476	0.83
1:30 pm - 1:45 pm	32	1	93	126	513	0.89
1:45 pm - 2:00 pm	27	1	77	105	500	0.87
2:00 pm - 2:15 pm	25	3	66	94	454	0.79
2:15 pm - 2:30 pm	20	0	76	96	421	0.73
2:30 pm - 2:45 pm	24	1	66	91	386	0.67
2:45 pm - 3:00 pm	35	0	66	101	382	0.67
3:00 pm - 3:15 pm	47	2	66	115	403	0.70
3:15 pm - 3:30 pm	39	0	65	104	411	0.72
3:30 pm - 3:45 pm	42	1	66	109	429	0.75
3:45 pm - 4:00 pm	41	0	66	107	435	0.76
4:00 pm - 4:15 pm	38	3	66	107	427	0.74
4:15 pm - 4:30 pm	34	1	63	98	421	0.73
4:30 pm - 4:45 pm	35	1	61	97	409	0.71
4:45 pm - 5:00 pm	40	0	69	109	411	0.72
5:00 pm - 5:15 pm	33	1	79	113	417	0.73
5:15 pm - 5:30 pm	35	2	62	99	418	0.73
5:30 pm - 5:45 pm	34	1	60	95	416	0.72
5:45 pm - 6:00 pm	41	0	60	101	408	0.71
6:00 pm - 6:15 pm	40	1	66	107	402	0.70
6:15 pm - 6:30 pm	37	1	65	103	406	0.71
6:30 pm - 6:45 pm	32	0	60	92	403	0.70
6:45 pm - 7:00 pm	32	1	58	91	393	0.68

La tabla 109 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
7:00 pm - 7:15 pm	41	2	62	105	391	0.68
7:15 pm - 7:30 pm	36	1	70	107	395	0.69
7:30 pm - 7:45 pm	35	1	68	104	407	0.71
7:45 pm - 8:00 pm	30	0	43	73	389	0.68
8:00 pm - 8:15 pm	21	0	46	67	351	0.61
8:15 pm - 8:30 pm	16	0	38	54	298	0.52
Xu promedio						0.69

Tabla 110. *Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 3*

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	32	0	27	59		
6:45 am - 7:00 am	56	0	56	112		
7:00 am - 7:15 am	83	0	78	161		
7:15 am - 7:30 am	58	1	57	116	448	0.78
7:30 am - 7:45 am	36	0	41	77	466	0.81
7:45 am - 8:00 am	38	4	53	95	449	0.78
8:00 am - 8:15 am	41	2	45	88	376	0.65
8:15 am - 8:30 am	38	2	39	79	339	0.59
8:30 am - 8:45 am	36	2	33	71	333	0.58
8:45 am - 9:00 am	32	2	42	76	314	0.55
9:00 am - 9:15 am	35	0	41	76	302	0.53
9:15 am - 9:30 am	32	2	38	72	295	0.51
9:30 am - 9:45 am	32	0	38	70	294	0.51
9:45 am - 10:00 am	43	1	39	83	301	0.52
10:00 am - 10:15 am	38	2	36	76	301	0.52
10:15 am - 10:30 am	41	2	36	79	308	0.54
10:30 am - 10:45 am	27	1	36	64	302	0.53
10:45 am - 11:00 am	35	1	42	78	297	0.52
11:00 am - 11:15 am	24	1	35	60	281	0.49
11:15 am - 11:30 am	30	0	42	72	274	0.48
11:30 am - 11:45 am	29	3	49	81	291	0.51
11:45 am - 12:00 pm	36	1	47	84	297	0.52
12:00 pm - 12:15 pm	33	2	50	85	322	0.56
12:15 pm - 12:30 pm	48	0	54	102	352	0.61
12:30 pm - 12:45 pm	50	2	53	105	376	0.65
12:45 pm - 1:00 pm	41	1	56	98	390	0.68
1:00 pm - 1:15 pm	44	1	52	97	402	0.70
1:15 pm - 1:30 pm	35	2	37	74	374	0.65
1:30 pm - 1:45 pm	28	1	46	75	344	0.60
1:45 pm - 2:00 pm	27	2	55	84	330	0.57
2:00 pm - 2:15 pm	25	4	55	84	317	0.55
2:15 pm - 2:30 pm	29	2	48	79	322	0.56

La tabla 110 continua aquí.

Hora de Control	S2	S7	S8	V(15min)	V(1h)	Xu
2:30 pm - 2:45 pm	32	1	48	81	328	0.57
2:45 pm - 3:00 pm	34	1	48	83	327	0.57
3:00 pm - 3:15 pm	29	1	41	71	314	0.55
3:15 pm - 3:30 pm	35	2	49	86	321	0.56
3:30 pm - 3:45 pm	32	2	46	80	320	0.56
3:45 pm - 4:00 pm	34	3	38	75	312	0.54
4:00 pm - 4:15 pm	34	1	34	69	310	0.54
4:15 pm - 4:30 pm	37	1	37	75	299	0.52
4:30 pm - 4:45 pm	29	0	42	71	290	0.51
4:45 pm - 5:00 pm	32	1	35	68	283	0.49
5:00 pm - 5:15 pm	39	2	43	84	298	0.52
5:15 pm - 5:30 pm	24	1	49	74	297	0.52
5:30 pm - 5:45 pm	32	1	56	89	315	0.55
5:45 pm - 6:00 pm	32	2	59	93	340	0.59
6:00 pm - 6:15 pm	51	2	69	122	378	0.66
6:15 pm - 6:30 pm	51	3	85	139	443	0.77
6:30 pm - 6:45 pm	47	2	84	133	487	0.85
6:45 pm - 7:00 pm	47	1	87	135	529	0.92
7:00 pm - 7:15 pm	45	0	78	123	530	0.92
7:15 pm - 7:30 pm	31	1	50	82	473	0.82
7:30 pm - 7:45 pm	56	0	45	101	441	0.77
7:45 pm - 8:00 pm	46	1	46	93	399	0.69
8:00 pm - 8:15 pm	36	0	33	69	345	0.60
8:15 pm - 8:30 pm	22	0	19	41	304	0.53
Xu promedio						0.61

Tabla 111. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 3

Día	Xu
Sábado	0.42
Domingo	0.28
Lunes	0.79
Martes	0.73
Miércoles	0.71
Jueves	0.69
Viernes	0.61
Promedio $X_{U,SS3}$	0.60

Usando la ecuación 22 se puede obtener X_u de acuerdo con la capacidad de cada subsegmento:

$$X_{U,SS4} = \frac{575 \text{ veh/h}}{776.38 \text{ veh/h}} = 0.74$$

Tabla 112. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Sábado 25/11/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	32	46	9	87		
6:45 am - 7:00 am	55	74	19	148		
7:00 am - 7:15 am	59	89	13	161		
7:15 am - 7:30 am	65	99	15	179	575	0.74
7:30 am - 7:45 am	55	69	12	136	624	0.80
7:45 am - 8:00 am	70	99	12	181	657	0.85
8:00 am - 8:15 am	83	95	23	201	697	0.90
8:15 am - 8:30 am	73	112	29	214	732	0.94
8:30 am - 8:45 am	78	96	27	201	797	1.03
8:45 am - 9:00 am	78	127	29	234	850	1.09
9:00 am - 9:15 am	73	115	37	225	874	1.13
9:15 am - 9:30 am	74	120	44	238	898	1.16
9:30 am - 9:45 am	73	135	24	232	929	1.20
9:45 am - 10:00 am	97	148	42	287	982	1.26
10:00 am - 10:15 am	65	129	20	214	971	1.25
10:15 am - 10:30 am	73	123	16	212	945	1.22
10:30 am - 10:45 am	75	137	25	237	950	1.22
10:45 am - 11:00 am	76	117	18	211	874	1.13
11:00 am - 11:15 am	73	131	35	239	899	1.16
11:15 am - 11:30 am	68	123	41	232	919	1.18
11:30 am - 11:45 am	77	132	37	246	928	1.20
11:45 am - 12:00 pm	89	116	47	252	969	1.25
12:00 pm - 12:15 pm	76	129	47	252	982	1.26
12:15 pm - 12:30 pm	76	152	44	272	1022	1.32
12:30 pm - 12:45 pm	72	123	44	239	1015	1.31
12:45 pm - 1:00 pm	76	114	23	213	976	1.26
1:00 pm - 1:15 pm	92	147	41	280	1004	1.29
1:15 pm - 1:30 pm	74	124	34	232	964	1.24
1:30 pm - 1:45 pm	80	124	52	256	981	1.26
1:45 pm - 2:00 pm	74	95	25	194	962	1.24
2:00 pm - 2:15 pm	75	80	17	172	854	1.10
2:15 pm - 2:30 pm	64	71	13	148	770	0.99
2:30 pm - 2:45 pm	65	87	11	163	677	0.87
2:45 pm - 3:00 pm	77	76	18	171	654	0.84
3:00 pm - 3:15 pm	60	59	10	129	611	0.79
3:15 pm - 3:30 pm	58	53	12	123	586	0.75
3:30 pm - 3:45 pm	68	76	17	161	584	0.75
3:45 pm - 4:00 pm	68	47	11	126	539	0.69
4:00 pm - 4:15 pm	57	44	16	117	527	0.68

La tabla 112 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
4:15 pm - 4:30 pm	59	67	21	147	551	0.71
4:30 pm - 4:45 pm	38	49	6	93	483	0.62
4:45 pm - 5:00 pm	45	58	7	110	467	0.60
5:00 pm - 5:15 pm	54	67	7	128	478	0.62
5:15 pm - 5:30 pm	63	69	13	145	476	0.61
5:30 pm - 5:45 pm	54	83	17	154	537	0.69
5:45 pm - 6:00 pm	68	83	18	169	596	0.77
6:00 pm - 6:15 pm	63	64	11	138	606	0.78
6:15 pm - 6:30 pm	64	65	12	141	602	0.78
6:30 pm - 6:45 pm	50	63	17	130	578	0.74
6:45 pm - 7:00 pm	57	79	10	146	555	0.71
7:00 pm - 7:15 pm	61	67	19	147	564	0.73
7:15 pm - 7:30 pm	69	77	14	160	583	0.75
7:30 pm - 7:45 pm	61	58	17	136	589	0.76
7:45 pm - 8:00 pm	59	53	12	124	567	0.73
8:00 pm - 8:15 pm	31	33	9	73	493	0.64
8:15 pm - 8:30 pm	20	22	2	44	377	0.49
					Xu promedio	0.94

Tabla 113. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Domingo 26/11/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	12	13	1	26		
6:45 am - 7:00 am	16	29	8	53		
7:00 am - 7:15 am	21	25	10	56		
7:15 am - 7:30 am	18	26	11	55	190	0.24
7:30 am - 7:45 am	26	35	17	78	242	0.31
7:45 am - 8:00 am	18	32	9	59	248	0.32
8:00 am - 8:15 am	43	36	29	108	300	0.39
8:15 am - 8:30 am	39	37	24	100	345	0.44
8:30 am - 8:45 am	40	41	20	101	368	0.47
8:45 am - 9:00 am	40	44	24	108	417	0.54
9:00 am - 9:15 am	48	37	24	109	418	0.54
9:15 am - 9:30 am	65	48	35	148	466	0.60
9:30 am - 9:45 am	47	47	24	118	483	0.62
9:45 am - 10:00 am	58	43	34	135	510	0.66
10:00 am - 10:15 am	73	41	15	129	530	0.68
10:15 am - 10:30 am	47	45	15	107	489	0.63
10:30 am - 10:45 am	78	55	25	158	529	0.68
10:45 am - 11:00 am	61	52	12	125	519	0.67
11:00 am - 11:15 am	48	56	19	123	513	0.66
11:15 am - 11:30 am	47	72	30	149	555	0.71
11:30 am - 11:45 am	57	77	18	152	549	0.71

La tabla 113 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
11:45 am - 12:00 pm	55	82	30	167	591	0.76
12:00 pm - 12:15 pm	76	96	30	202	670	0.86
12:15 pm - 12:30 pm	68	100	22	190	711	0.92
12:30 pm - 12:45 pm	64	67	39	170	729	0.94
12:45 pm - 1:00 pm	52	61	32	145	707	0.91
1:00 pm - 1:15 pm	45	51	33	129	634	0.82
1:15 pm - 1:30 pm	34	56	16	106	550	0.71
1:30 pm - 1:45 pm	48	53	11	112	492	0.63
1:45 pm - 2:00 pm	29	48	11	88	435	0.56
2:00 pm - 2:15 pm	34	45	9	88	394	0.51
2:15 pm - 2:30 pm	33	59	15	107	395	0.51
2:30 pm - 2:45 pm	36	51	6	93	376	0.48
2:45 pm - 3:00 pm	33	56	9	98	386	0.50
3:00 pm - 3:15 pm	22	44	9	75	373	0.48
3:15 pm - 3:30 pm	14	38	8	60	326	0.42
3:30 pm - 3:45 pm	30	51	4	85	318	0.41
3:45 pm - 4:00 pm	37	52	10	99	319	0.41
4:00 pm - 4:15 pm	74	59	9	142	386	0.50
4:15 pm - 4:30 pm	71	65	10	146	472	0.61
4:30 pm - 4:45 pm	79	53	12	144	531	0.68
4:45 pm - 5:00 pm	55	46	16	117	549	0.71
5:00 pm - 5:15 pm	41	52	5	98	505	0.65
5:15 pm - 5:30 pm	65	41	13	119	478	0.62
5:30 pm - 5:45 pm	26	56	8	90	424	0.55
5:45 pm - 6:00 pm	50	55	22	127	434	0.56
6:00 pm - 6:15 pm	70	49	11	130	466	0.60
6:15 pm - 6:30 pm	58	51	7	116	463	0.60
6:30 pm - 6:45 pm	61	54	16	131	504	0.65
6:45 pm - 7:00 pm	65	50	7	122	499	0.64
7:00 pm - 7:15 pm	53	39	20	112	481	0.62
7:15 pm - 7:30 pm	59	36	10	105	470	0.61
7:30 pm - 7:45 pm	34	25	8	67	406	0.52
7:45 pm - 8:00 pm	56	35	5	96	380	0.49
8:00 pm - 8:15 pm	33	34	4	71	339	0.44
8:15 pm - 8:30 pm	24	13	3	40	274	0.35
Xu promedio						0.59

Tabla 114. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Lunes 27/11/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	30	89	8	127		
6:45 am - 7:00 am	36	101	21	158		
7:00 am - 7:15 am	60	157	29	246		

La tabla 114 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
7:15 am - 7:30 am	82	151	34	267	798	1.03
7:30 am - 7:45 am	116	183	49	348	1019	1.31
7:45 am - 8:00 am	116	116	25	257	1118	1.44
8:00 am - 8:15 am	112	126	32	270	1142	1.47
8:15 am - 8:30 am	118	159	33	310	1185	1.53
8:30 am - 8:45 am	90	147	54	291	1128	1.45
8:45 am - 9:00 am	88	148	29	265	1136	1.46
9:00 am - 9:15 am	86	132	43	261	1127	1.45
9:15 am - 9:30 am	90	149	48	287	1104	1.42
9:30 am - 9:45 am	90	125	38	253	1066	1.37
9:45 am - 10:00 am	125	137	62	324	1125	1.45
10:00 am - 10:15 am	116	135	48	299	1163	1.50
10:15 am - 10:30 am	105	135	49	289	1165	1.50
10:30 am - 10:45 am	90	135	40	265	1177	1.52
10:45 am - 11:00 am	75	134	51	260	1113	1.43
11:00 am - 11:15 am	64	150	38	252	1066	1.37
11:15 am - 11:30 am	52	130	36	218	995	1.28
11:30 am - 11:45 am	55	105	27	187	917	1.18
11:45 am - 12:00 pm	50	109	38	197	854	1.10
12:00 pm - 12:15 pm	82	157	36	275	877	1.13
12:15 pm - 12:30 pm	70	135	33	238	897	1.16
12:30 pm - 12:45 pm	62	144	35	241	951	1.22
12:45 pm - 1:00 pm	73	143	45	261	1015	1.31
1:00 pm - 1:15 pm	79	138	60	277	1017	1.31
1:15 pm - 1:30 pm	104	145	61	310	1089	1.40
1:30 pm - 1:45 pm	99	154	39	292	1140	1.47
1:45 pm - 2:00 pm	65	148	29	242	1121	1.44
2:00 pm - 2:15 pm	40	93	26	159	1003	1.29
2:15 pm - 2:30 pm	88	149	33	270	963	1.24
2:30 pm - 2:45 pm	60	130	20	210	881	1.13
2:45 pm - 3:00 pm	67	133	26	226	865	1.11
3:00 pm - 3:15 pm	56	150	37	243	949	1.22
3:15 pm - 3:30 pm	68	140	40	248	927	1.19
3:30 pm - 3:45 pm	64	128	34	226	943	1.21
3:45 pm - 4:00 pm	35	144	33	212	929	1.20
4:00 pm - 4:15 pm	63	128	48	239	925	1.19
4:15 pm - 4:30 pm	57	98	30	185	862	1.11
4:30 pm - 4:45 pm	54	129	32	215	851	1.10
4:45 pm - 5:00 pm	68	121	28	217	856	1.10
5:00 pm - 5:15 pm	51	140	29	220	837	1.08
5:15 pm - 5:30 pm	68	109	35	212	864	1.11
5:30 pm - 5:45 pm	46	137	37	220	869	1.12
5:45 pm - 6:00 pm	58	100	21	179	831	1.07

La tabla 114 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:00 pm - 6:15 pm	67	144	19	230	841	1.08
6:15 pm - 6:30 pm	109	155	50	314	943	1.21
6:30 pm - 6:45 pm	102	147	41	290	1013	1.30
6:45 pm - 7:00 pm	121	144	51	316	1150	1.48
7:00 pm - 7:15 pm	110	155	20	285	1205	1.55
7:15 pm - 7:30 pm	85	122	11	218	1109	1.43
7:30 pm - 7:45 pm	85	140	19	244	1063	1.37
7:45 pm - 8:00 pm	58	116	13	187	934	1.20
8:00 pm - 8:15 pm	39	86	14	139	788	1.01
8:15 pm - 8:30 pm	27	59	2	88	658	0.85
Xu promedio						1.28

Tabla 115. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Martes 28/11/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	18	38	0	56		
6:45 am - 7:00 am	29	65	8	102		
7:00 am - 7:15 am	46	89	13	148		
7:15 am - 7:30 am	46	122	20	188	494	0.64
7:30 am - 7:45 am	62	120	29	211	649	0.84
7:45 am - 8:00 am	56	117	34	207	754	0.97
8:00 am - 8:15 am	62	109	31	202	808	1.04
8:15 am - 8:30 am	45	99	26	170	790	1.02
8:30 am - 8:45 am	46	76	35	157	736	0.95
8:45 am - 9:00 am	50	98	27	175	704	0.91
9:00 am - 9:15 am	78	102	37	217	719	0.93
9:15 am - 9:30 am	62	97	31	190	739	0.95
9:30 am - 9:45 am	76	94	39	209	791	1.02
9:45 am - 10:00 am	80	112	35	227	843	1.09
10:00 am - 10:15 am	113	127	64	304	930	1.20
10:15 am - 10:30 am	103	129	40	272	1012	1.30
10:30 am - 10:45 am	86	118	41	245	1048	1.35
10:45 am - 11:00 am	85	117	39	241	1062	1.37
11:00 am - 11:15 am	41	88	27	156	914	1.18
11:15 am - 11:30 am	29	56	21	106	748	0.96
11:30 am - 11:45 am	52	72	21	145	648	0.83
11:45 am - 12:00 pm	77	104	30	211	618	0.80
12:00 pm - 12:15 pm	93	85	33	211	673	0.87
12:15 pm - 12:30 pm	89	99	31	219	786	1.01
12:30 pm - 12:45 pm	109	125	38	272	913	1.18
12:45 pm - 1:00 pm	120	159	37	316	1018	1.31
1:00 pm - 1:15 pm	118	168	19	305	1112	1.43
1:15 pm - 1:30 pm	123	181	18	322	1215	1.56

La tabla 115 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
1:30 pm - 1:45 pm	94	148	13	255	1198	1.54
1:45 pm - 2:00 pm	64	99	18	181	1063	1.37
2:00 pm - 2:15 pm	71	100	25	196	954	1.23
2:15 pm - 2:30 pm	69	90	32	191	823	1.06
2:30 pm - 2:45 pm	51	60	21	132	700	0.90
2:45 pm - 3:00 pm	58	78	20	156	675	0.87
3:00 pm - 3:15 pm	86	109	38	233	712	0.92
3:15 pm - 3:30 pm	71	87	24	182	703	0.91
3:30 pm - 3:45 pm	79	118	42	239	810	1.04
3:45 pm - 4:00 pm	82	119	32	233	887	1.14
4:00 pm - 4:15 pm	62	107	36	205	859	1.11
4:15 pm - 4:30 pm	48	78	25	151	828	1.07
4:30 pm - 4:45 pm	93	108	38	239	828	1.07
4:45 pm - 5:00 pm	66	104	28	198	793	1.02
5:00 pm - 5:15 pm	79	113	37	229	817	1.05
5:15 pm - 5:30 pm	71	92	31	194	860	1.11
5:30 pm - 5:45 pm	59	104	30	193	814	1.05
5:45 pm - 6:00 pm	72	99	33	204	820	1.06
6:00 pm - 6:15 pm	62	90	26	178	769	0.99
6:15 pm - 6:30 pm	74	113	44	231	806	1.04
6:30 pm - 6:45 pm	100	95	58	253	866	1.12
6:45 pm - 7:00 pm	80	110	55	245	907	1.17
7:00 pm - 7:15 pm	78	91	43	212	941	1.21
7:15 pm - 7:30 pm	69	81	41	191	901	1.16
7:30 pm - 7:45 pm	79	116	30	225	873	1.12
7:45 pm - 8:00 pm	58	84	22	164	792	1.02
8:00 pm - 8:15 pm	36	61	13	110	690	0.89
8:15 pm - 8:30 pm	23	37	1	61	560	0.72
					Xu promedio	1.07

Tabla 116. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Miércoles 29/11/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	23	44	13	80		
6:45 am - 7:00 am	43	71	19	133		
7:00 am - 7:15 am	65	96	29	190		
7:15 am - 7:30 am	71	130	41	242	645	0.83
7:30 am - 7:45 am	80	166	46	292	857	1.10
7:45 am - 8:00 am	85	145	45	275	999	1.29
8:00 am - 8:15 am	98	165	38	301	1110	1.43
8:15 am - 8:30 am	72	136	25	233	1101	1.42
8:30 am - 8:45 am	54	126	33	213	1022	1.32
8:45 am - 9:00 am	83	161	32	276	1023	1.32

La tabla 116 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
9:00 am - 9:15 am	83	158	47	288	1010	1.30
9:15 am - 9:30 am	85	161	44	290	1067	1.37
9:30 am - 9:45 am	82	170	42	294	1148	1.48
9:45 am - 10:00 am	89	172	37	298	1170	1.51
10:00 am - 10:15 am	111	163	37	311	1193	1.54
10:15 am - 10:30 am	83	132	41	256	1159	1.49
10:30 am - 10:45 am	64	128	48	240	1105	1.42
10:45 am - 11:00 am	69	125	31	225	1032	1.33
11:00 am - 11:15 am	35	116	15	166	887	1.14
11:15 am - 11:30 am	83	115	27	225	856	1.10
11:30 am - 11:45 am	85	154	36	275	891	1.15
11:45 am - 12:00 pm	57	121	19	197	863	1.11
12:00 pm - 12:15 pm	69	165	34	268	965	1.24
12:15 pm - 12:30 pm	80	155	34	269	1009	1.30
12:30 pm - 12:45 pm	84	163	35	282	1016	1.31
12:45 pm - 1:00 pm	78	140	26	244	1063	1.37
1:00 pm - 1:15 pm	86	162	28	276	1071	1.38
1:15 pm - 1:30 pm	88	169	38	295	1097	1.41
1:30 pm - 1:45 pm	70	139	29	238	1053	1.36
1:45 pm - 2:00 pm	73	137	30	240	1049	1.35
2:00 pm - 2:15 pm	80	114	24	218	991	1.28
2:15 pm - 2:30 pm	55	108	20	183	879	1.13
2:30 pm - 2:45 pm	68	109	21	198	839	1.08
2:45 pm - 3:00 pm	103	187	45	335	934	1.20
3:00 pm - 3:15 pm	59	120	26	205	921	1.19
3:15 pm - 3:30 pm	60	112	33	205	943	1.21
3:30 pm - 3:45 pm	108	152	37	297	1042	1.34
3:45 pm - 4:00 pm	79	161	40	280	987	1.27
4:00 pm - 4:15 pm	50	148	29	227	1009	1.30
4:15 pm - 4:30 pm	79	159	26	264	1068	1.38
4:30 pm - 4:45 pm	72	133	38	243	1014	1.31
4:45 pm - 5:00 pm	75	121	37	233	967	1.25
5:00 pm - 5:15 pm	78	135	22	235	975	1.26
5:15 pm - 5:30 pm	75	140	17	232	943	1.21
5:30 pm - 5:45 pm	66	121	20	207	907	1.17
5:45 pm - 6:00 pm	76	136	21	233	907	1.17
6:00 pm - 6:15 pm	75	165	36	276	948	1.22
6:15 pm - 6:30 pm	91	148	36	275	991	1.28
6:30 pm - 6:45 pm	96	190	50	336	1120	1.44
6:45 pm - 7:00 pm	111	145	40	296	1183	1.52
7:00 pm - 7:15 pm	113	159	37	309	1216	1.57
7:15 pm - 7:30 pm	112	153	41	306	1247	1.61
7:30 pm - 7:45 pm	87	103	19	209	1120	1.44

La tabla 116 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
7:45 pm - 8:00 pm	69	123	27	219	1043	1.34
8:00 pm - 8:15 pm	60	93	19	172	906	1.17
8:15 pm - 8:30 pm	27	54	12	93	693	0.89
Xu promedio						1.29

Tabla 117. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Jueves 30/11/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	17	38	4	59		
6:45 am - 7:00 am	37	75	16	128		
7:00 am - 7:15 am	48	119	18	185		
7:15 am - 7:30 am	50	102	19	171	543	0.70
7:30 am - 7:45 am	55	120	15	190	674	0.87
7:45 am - 8:00 am	51	111	11	173	719	0.93
8:00 am - 8:15 am	46	85	27	158	692	0.89
8:15 am - 8:30 am	89	131	36	256	777	1.00
8:30 am - 8:45 am	91	121	39	251	838	1.08
8:45 am - 9:00 am	76	93	35	204	869	1.12
9:00 am - 9:15 am	62	74	25	161	872	1.12
9:15 am - 9:30 am	36	53	20	109	725	0.93
9:30 am - 9:45 am	54	77	27	158	632	0.81
9:45 am - 10:00 am	78	105	35	218	646	0.83
10:00 am - 10:15 am	73	91	53	217	702	0.90
10:15 am - 10:30 am	80	128	29	237	830	1.07
10:30 am - 10:45 am	100	122	55	277	949	1.22
10:45 am - 11:00 am	94	112	42	248	979	1.26
11:00 am - 11:15 am	57	84	30	171	933	1.20
11:15 am - 11:30 am	70	81	39	190	886	1.14
11:30 am - 11:45 am	50	68	12	130	739	0.95
11:45 am - 12:00 pm	51	75	30	156	647	0.83
12:00 pm - 12:15 pm	56	106	19	181	657	0.85
12:15 pm - 12:30 pm	71	96	22	189	656	0.84
12:30 pm - 12:45 pm	56	116	21	193	719	0.93
12:45 pm - 1:00 pm	51	107	13	171	734	0.95
1:00 pm - 1:15 pm	100	139	43	282	835	1.08
1:15 pm - 1:30 pm	105	159	36	300	946	1.22
1:30 pm - 1:45 pm	105	136	35	276	1029	1.33
1:45 pm - 2:00 pm	104	145	34	283	1141	1.47
2:00 pm - 2:15 pm	48	90	21	159	1018	1.31
2:15 pm - 2:30 pm	96	102	35	233	951	1.22
2:30 pm - 2:45 pm	52	110	19	181	856	1.10
2:45 pm - 3:00 pm	89	123	32	244	817	1.05
3:00 pm - 3:15 pm	51	123	20	194	852	1.10

La tabla 117 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
3:15 pm - 3:30 pm	73	129	25	227	846	1.09
3:30 pm - 3:45 pm	88	155	32	275	940	1.21
3:45 pm - 4:00 pm	77	140	29	246	942	1.21
4:00 pm - 4:15 pm	94	104	29	227	975	1.26
4:15 pm - 4:30 pm	56	111	23	190	938	1.21
4:30 pm - 4:45 pm	65	136	20	221	884	1.14
4:45 pm - 5:00 pm	83	125	51	259	897	1.16
5:00 pm - 5:15 pm	95	134	37	266	936	1.21
5:15 pm - 5:30 pm	84	131	39	254	1000	1.29
5:30 pm - 5:45 pm	99	167	49	315	1094	1.41
5:45 pm - 6:00 pm	110	135	31	276	1111	1.43
6:00 pm - 6:15 pm	131	125	17	273	1118	1.44
6:15 pm - 6:30 pm	117	147	10	274	1138	1.47
6:30 pm - 6:45 pm	99	143	19	261	1084	1.40
6:45 pm - 7:00 pm	83	112	16	211	1019	1.31
7:00 pm - 7:15 pm	100	119	41	260	1006	1.30
7:15 pm - 7:30 pm	114	149	39	302	1034	1.33
7:30 pm - 7:45 pm	88	117	30	235	1008	1.30
7:45 pm - 8:00 pm	67	91	32	190	987	1.27
8:00 pm - 8:15 pm	55	63	33	151	878	1.13
8:15 pm - 8:30 pm	38	40	19	97	673	0.87
Xu promedio						1.13

Tabla 118. Aforo Vehicular y Grado de Saturación Viernes 01/12/2023 Subsegmento 4

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
6:30 am - 6:45 am	21	39	6	66		
6:45 am - 7:00 am	46	73	16	135		
7:00 am - 7:15 am	74	92	29	195		
7:15 am - 7:30 am	85	83	60	228	624	0.80
7:30 am - 7:45 am	76	52	68	196	754	0.97
7:45 am - 8:00 am	65	78	48	191	810	1.04
8:00 am - 8:15 am	50	98	13	161	776	1.00
8:15 am - 8:30 am	56	86	23	165	713	0.92
8:30 am - 8:45 am	38	78	18	134	651	0.84
8:45 am - 9:00 am	62	90	21	173	633	0.82
9:00 am - 9:15 am	91	81	50	222	694	0.89
9:15 am - 9:30 am	100	106	46	252	781	1.01
9:30 am - 9:45 am	90	97	44	231	878	1.13
9:45 am - 10:00 am	87	99	45	231	936	1.21
10:00 am - 10:15 am	87	110	56	253	967	1.25
10:15 am - 10:30 am	44	66	19	129	844	1.09
10:30 am - 10:45 am	59	69	32	160	773	1.00

La tabla 118 continua aquí.

Hora de Control	S9	S10	S11	V(15min)	V(1h)	Xu
10:45 am - 11:00 am	69	86	38	193	735	0.95
11:00 am - 11:15 am	64	48	24	136	618	0.80
11:15 am - 11:30 am	52	47	37	136	625	0.81
11:30 am - 11:45 am	67	45	25	137	602	0.78
11:45 am - 12:00 pm	56	63	22	141	550	0.71
12:00 pm - 12:15 pm	75	75	34	184	598	0.77
12:15 pm - 12:30 pm	86	101	35	222	684	0.88
12:30 pm - 12:45 pm	77	88	27	192	739	0.95
12:45 pm - 1:00 pm	69	77	38	184	782	1.01
1:00 pm - 1:15 pm	90	77	40	207	805	1.04
1:15 pm - 1:30 pm	66	56	36	158	741	0.95
1:30 pm - 1:45 pm	95	68	43	206	755	0.97
1:45 pm - 2:00 pm	74	64	33	171	742	0.96
2:00 pm - 2:15 pm	50	57	21	128	663	0.85
2:15 pm - 2:30 pm	34	54	19	107	612	0.79
2:30 pm - 2:45 pm	33	53	15	101	507	0.65
2:45 pm - 3:00 pm	46	45	13	104	440	0.57
3:00 pm - 3:15 pm	35	40	18	93	405	0.52
3:15 pm - 3:30 pm	58	57	32	147	445	0.57
3:30 pm - 3:45 pm	35	36	27	98	442	0.57
3:45 pm - 4:00 pm	37	56	18	111	449	0.58
4:00 pm - 4:15 pm	29	39	16	84	440	0.57
4:15 pm - 4:30 pm	38	50	14	102	395	0.51
4:30 pm - 4:45 pm	71	66	23	160	457	0.59
4:45 pm - 5:00 pm	45	41	15	101	447	0.58
5:00 pm - 5:15 pm	45	83	18	146	509	0.66
5:15 pm - 5:30 pm	43	66	23	132	539	0.69
5:30 pm - 5:45 pm	58	70	16	144	523	0.67
5:45 pm - 6:00 pm	88	110	17	215	637	0.82
6:00 pm - 6:15 pm	107	144	42	293	784	1.01
6:15 pm - 6:30 pm	104	172	44	320	972	1.25
6:30 pm - 6:45 pm	110	169	33	312	1140	1.47
6:45 pm - 7:00 pm	102	146	37	285	1210	1.56
7:00 pm - 7:15 pm	88	83	32	203	1120	1.44
7:15 pm - 7:30 pm	71	57	28	156	956	1.23
7:30 pm - 7:45 pm	72	72	23	167	811	1.04
7:45 pm - 8:00 pm	77	79	24	180	706	0.91
8:00 pm - 8:15 pm	46	43	13	102	605	0.78
8:15 pm - 8:30 pm	26	28	2	56	505	0.65
Xu promedio						0.89

Tabla 119. Grado de Saturación Ponderado Aguas Arriba Subsegmento 4

Día	Xu
Sábado	0.94
Domingo	0.59
Lunes	1.28
Martes	1.07
Miércoles	1.29
Jueves	1.13
Viernes	0.89
Promedio $X_{U,SS4}$	1.03

Anexo 3. Medida de Sección Transversal que se Usa como Estacionamiento

Tabla 120. Medida de Sección Transversal que se Toma como Estacionamiento

Subsegmento	Me (m)
SS1	2.80
SS2	2.80
SS3	1.49
SS4	0.32

Anexo 4. Retraso por Otros Factores

Tabla 121. Retraso por otros motivos del subsegmento 1

Motivo	d_{ap} (s)
Recojo de pasajeros de mototaxi	6.41
Recojo de pasajeros de microbús	4.35
Recojo de pasajeros de microbús	4.52
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.23
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.59
Recojo de pasajeros de taxi	4.31
Recojo de pasajeros de mototaxi	6.11
Recojo de pasajeros de taxi	3.59
Cruce de peatones	6.48
Cruce de peatones	9.31
Cruce de peatones	6.33
Recojo de pasajeros de taxi	4.52
Cruce de peatones	6.32
Cruce de peatones	7.37
Recojo de pasajeros de mototaxi	6.42

La tabla 121 continua aquí.

Motivo	d_{ap} (s)
Recojo de pasajeros de mototaxi	2.58
Recojo de pasajeros de taxi	3.36
Recojo de pasajeros de taxi	2.56
Cruce de peatones	7.36
Cruce de peatones	6.23
Cruce de peatones	3.31
Recojo de pasajeros de microbús	3.41
Recojo de pasajeros de microbús	4.59
Cruce de peatones	2.46
Cruce de peatones	3.59
Recojo de pasajeros de taxi	2.36
Cruce de peatones	3.21
Recojo de pasajeros de taxi	2.49
Recojo de pasajeros de mototaxi	5.32
Cruce de peatones	4.01
Recojo de pasajeros de taxi	3.45
Recojo de pasajeros de taxi	2.45
Cruce de peatones	4.57
Cruce de peatones	7.38
Cruce de peatones	8.05
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.52
Cruce de peatones	5.43
Cruce de peatones	3.21
Cruce de peatones	4.17
Cruce de peatones	8.16
Cruce de peatones	6.24
Cruce de peatones	3.45
Cruce de peatones	4.11
$\Sigma_{dap,SS1}$	204.89

Tabla 122. Retraso por otros motivos del subsegmento 2

Motivo	d_{ap} (s)
Recojo de pasajeros de taxi	3.41
Recojo de pasajeros de microbus	3.20
Recojo de pasajeros de microbus	4.36
Recojo de pasajeros de microbus	5.42
Recojo de pasajeros de microbus	4.52
Recojo de pasajeros de taxi	4.59
Cruce de peatones	6.41

La tabla 122 continua aquí.

Motivo	d_{ap} (s)
Cruce de peatones	7.89
Cruce de peatones	6.25
Cruce de peatones	8.01
Recojo de pasajeros de microbus	3.60
Recojo de pasajeros de microbus	3.35
Recojo de pasajeros de microbus	3.17
Recojo de pasajeros de microbus	2.58
Recojo de pasajeros de taxi	3.59
Recojo de pasajeros de taxi	2.36
Recojo de pasajeros de taxi	2.48
Recojo de pasajeros de taxi	3.01
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.21
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.42
Recojo de pasajeros de mototaxi	2.58
Recojo de pasajeros de taxi	4.53
Recojo de pasajeros de taxi	4.44
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.42
Recojo de pasajeros de mototaxi	2.36
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.41
Recojo de pasajeros de mototaxi	2.60
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.23
Cruce de peatones	4.37
Cruce de peatones	4.21
Cruce de peatones	5.54
Cruce de peatones	3.27
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.52
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.18
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.19
Recojo de pasajeros de mototaxi	4.17
Σd_{ap,SS2}	145.85

Tabla 123. Retraso por otros motivos del subsegmento 3

Motivo	d_{ap} (s)
Recojo de pasajeros de microbus	3.23
Recojo de pasajeros de microbus	4.51
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.01
Recojo de pasajeros de taxi	7.49
Cruce de peatones	6.19
Cruce de peatones	5.22
Cruce de peatones	5.29
Recojo de pasajeros de microbus	4.55
Cruce de peatones	6.41

La tabla 123 continua aquí.

Motivo	d_{ap} (s)
Cruce de peatones	5.52
Cruce de peatones	6.35
Cruce de peatones	7.38
Recojo de pasajeros de mototaxi	2.51
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.12
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.03
Σd_{ap,SS3}	73.81

Tabla 124. Retraso por otros motivos del subsegmento 4

Motivo	d_{ap} (s)
Recojo de pasajeros de mototaxi	3.36
Recojo de pasajeros de microbus	3.16
Recojo de pasajeros de taxi	3.17
Recojo de pasajeros de mototaxi	2.03
Recojo de pasajeros de taxi	2.06
Cruce de peatones	4.16
Cruce de peatones	4.23
Σd_{ap,SS4}	22.17

Figura 22. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 1

TRAVEL TIME FIELD WORKSHEET						
General Information			Site Information			
Analyst	Nobel D. Estela V.		Street	Av. El Maestro		
Agency or Company			Jurisdiction			
Date Performed	01/12		Analysis Year	2023		
Analysis Period	1 hora		Direction of Travel	Desde Av. Los Héroes a Jr. Amazonas.		
Field Data						
Location (typically a boundary intersection)	Run Number: <u>Subsegmento 1</u>			Run Number: <u>Subsegmento 1</u>		
	Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop		Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop	
		Cause*	Delay Time (s)		Cause*	Delay Time (s)
		Mototaxi	6.41		Taxi	3.36
		Microbus	4.35		Taxi	2.56
		Microbus	4.52		Peatones	7.36
		Mototaxi	3.23		Peatones	6.23
		Mototaxi	3.59		Peatones	3.31
		Taxi	4.31		Microbus	3.41
		Mototaxi	6.11		Microbus	4.59
		Taxi	3.59		Peatones	2.46
		Peatones	6.48		Peatones	3.59
		Peatones	9.31		Taxi	2.36
		Peatones	6.33		Peatones	3.21
		Taxi	4.52		Taxi	2.49
		Peatones	6.32		Mototaxi	5.32
		Peatones	7.37		Peatones	4.01
		Mototaxi	6.42		Taxi	3.45
		Mototaxi	2.58		Taxi	2.45

Notes: *Cause of delay: Ts = signal; Lt = left turn; Pd = pedestrian; Pk = parking; Ss = STOP sign; Ys = YIELD sign.

Figura 23. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 1

TRAVEL TIME FIELD WORKSHEET						
General Information			Site Information			
Analyst	Nobel D. Estela V.		Street	Av. El Maestro		
Agency or Company			Jurisdiction			
Date Performed	01/12		Analysis Year	2023		
Analysis Period	1 hora		Direction of Travel	Desde Av. Los Héroes a Jr. Amazonas		
Field Data						
Location (typically a boundary intersection)	Run Number: <u>Subsegmento 1</u>			Run Number:		
	Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop		Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop	
		Cause*	Delay Time (s)		Cause*	Delay Time (s)
		Peatones	4.57			
		Peatones	7.38			
		Peatones	8.05			
		Mototaxi	4.52			
		Peatones	5.43			
		Peatones	3.21			
		Peatones	4.17			
		Peatones	8.16			
		Peatones	6.24			
		Peatones	3.45			
		Peatones	4.11			

Exhibit 30-15
Travel Time Field Worksheet

Notes: *Cause of delay: Ts = signal; Lt = left turn; Pd = pedestrian; Pk = parking; Sc = stop sign; Ys = yield sign.

Figura 24. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 2

TRAVEL TIME FIELD WORKSHEET						
General Information			Site Information			
Analyst	Nobel D. Estela V.		Street	Av. El Maestro		
Agency or Company			Jurisdiction			
Date Performed	30/11		Analysis Year	2023		
Analysis Period	1 hora		Direction of Travel	Desde dr. Amazonas a Av. Los Héroes		
Field Data						
Location (typically a boundary intersection)	Run Number: Subsegmento 2			Run Number: Subsegmento 2		
	Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop		Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop	
		Cause*	Delay Time (s)		Cause*	Delay Time (s)
		Taxi	3.41		Taxi	2.48
		Microbus	3.20		Taxi	3.01
		Microbus	4.36		Mototaxi	4.21
		Microbus	5.42		Mototaxi	3.42
		Microbus	4.52		Mototaxi	2.58
		Taxi	4.59		Taxi	4.53
		Peatones	6.41		Taxi	4.44
		Peatones	7.89		Mototaxi	3.42
		Peatones	6.25		Mototaxi	2.36
		Peatones	8.01		Mototaxi	3.41
		Microbus	3.60		Mototaxi	2.60
		Microbus	3.35		Mototaxi	4.23
		Microbus	3.17		Peatones	4.37
		Microbus	2.58		Peatones	4.21
		Taxi	3.59		Peatones	5.54
		Taxi	2.36		Peatones	3.27

Notes: *Cause of delay: Ts = signal; Lt = left turn; Pd = pedestrian; Pk = parking; Ss = STOP sign; Ys = YIELD sign.

Figura 25. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 3

Highway Capacity Manual: A Guide for Multimodal Mobility Analysis

Exhibit 30-15
Travel Time Field Worksheet

TRAVEL TIME FIELD WORKSHEET						
General Information			Site Information			
Analyst	Nobel D. Fekla V.		Street	Av. El Maestro - Subsegmento 3		
Agency or Company			Jurisdiction			
Date Performed	30/11		Analysis Year	2023		
Analysis Period	1 hora		Direction of Travel	Desde Jr. Amazonas a Av. Los Héroes		
Field Data						
Location (typically a boundary intersection)	Run Number: <u>Subsegmento 2</u>			Run Number:		
	Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop		Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop	
		Cause*	Delay Time (s)		Cause*	Delay Time (s)
		Mototaxi	3.52			
		Mototaxi	4.18			
		Mototaxi	3.19			
		Mototaxi	4.17			

Notes: *Cause of delay: Ts = signal; Lt = left turn; Pd = pedestrian; Pk = parking; Ss = STOP sign; Ys = YIELD sign.

Figura 26. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 3

TRAVEL TIME FIELD WORKSHEET						
General Information			Site Information			
Analyst	Nobel D. Estela V.		Street	Av. El Maestro.		
Agency or Company			Jurisdiction			
Date Performed	27/11		Analysis Year	2023		
Analysis Period	1 hora		Direction of Travel	Desde Jr. Amazonas a Jr. El Inca.		
Field Data						
Location (typically a boundary intersection)	Run Number: Subsegmento 3			Run Number:		
	Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop		Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop	
		Cause*	Delay Time (s)		Cause*	Delay Time (s)
		Microbus	3.23			
		Microbus	4.51			
		Mototaxi	3.01			
		Taxi	7.49			
		Peatones	6.19			
		Peatones	5.22			
		Peatones	5.29			
		Microbus	4.55			
		Peatones	6.41			
		Peatones	5.52			
		Peatones	6.35			
		Peatones	7.38			
		Mototaxi	2.51			
		Mototaxi	3.12			
		Mototaxi	3.03			

Notes: *Cause of delay: TS = signal; LT = left turn; Pd = pedestrian; Pk = parking; Ss = STOP sign; Ys = YIELD sign.

Figura 27. Tiempo de retraso por otros factores para el subsegmento 4

TRAVEL TIME FIELD WORKSHEET						
General Information			Site Information			
Analyst	Nobel D. Estela V.		Street	Av. El Maestro		
Agency or Company			Jurisdiction			
Date Performed	28/11		Analysis Year	2023		
Analysis Period	1 hora		Direction of Travel	Desde Jr. El Inca a Jr. Amazonas		
Field Data						
Location (typically a boundary intersection)	Run Number: <u>Subsegmento 4</u>			Run Number:		
	Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop		Cumulative Travel Time at Location (s)	Delays due to Slow or Stop	
		Cause*	Delay Time (s)		Cause*	Delay Time (s)
		Mototaxi	3.36			
		Microbus	3.16			
		Taxi	3.17			
		Mototaxi	2.03			
		Taxi	2.06			
		Peafones	4.16			
		Peafones	4.23			

Notes: *Cause of delay: Ts = signal; Lt = left turn; Pd = pedestrian; Pl = parking; Ss = stop sign; Ys = YIELD sign.

Anexo 5. Obtención de UVE para bicicleta y mototaxi

Área de un auto:

Tabla 125. Resumen de medidas geométricas de un auto

Modelo	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Altura (mm)	Maletero (litros)
Abarth 500	3.666	1.627	1.48	185
Citroën C1	3.466	1.615	1.46	196
Fiat 500	3.571	1.627	1.488	185
Fiat Panda	3.653	1.643	1.551	225
Ford Ka+	3.941	1.704	1.524	270
Hyundai i10	3.665	1.66	1.5	252
Kia Picanto	3.595	1.595	1.485	255
Mitsubishi Space Star	3.795	1.665	1.505	235
Opel Adam	3.698	1.72	1.484	170
Opel Karl	3.675	1.604	1.476	206
Peugeot 108	3.475	1.615	1.46	196
Renault Twingo	3.595	1.646	1.554	174
SEAT Mii	3.557	1.641	1.478	251
Skoda Citigo	3.597	1.645	1.478	251
Smart ForTwo	2.695	1.663	1.555	260
Smart Forfour	3.495	1.665	1.554	185
Suzuki Celerio	3.6	1.6	1.42	254
Toyota Aygo	3.465	1.615	1.46	138
Volkswagen Up!	3.6	1.645	1.492	251
Promedio:	3.57	1.64	1.49	217.84

Nota. Extraído de Motor Blogs Mapfre, 2024.

$$A_{\text{Auto}} = 3.57 \text{ m} \cdot 1.64 \text{ m} = 5.85 \text{ m}^2$$

Bicicleta:

Tabla 126. Medidas geométricas de una bicicleta

VEHÍCULO	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	ALTURA (m)
Bicicleta	1.73	1.00	0.79

$$UVE_{\text{Bicicleta}} = \frac{1.73 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}}{5.85 \text{ m}^2} = \frac{1.73 \text{ m}^2}{5.85 \text{ m}^2} = 0.30$$

Mototaxi:Tabla 127. *Medidas geométricas de un mototaxi*

VEHÍCULO	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	ALTURA (m)
Mototaxi	2.96	1.35	1.77

$$UVE_{\text{Mototaxi}} = \frac{2.96\text{m} \cdot 1.35\text{ m}}{5.85\text{ m}^2} = \frac{4.00\text{m}^2}{5.85\text{m}^2} = 0.68$$

Anexo 6. Porcentaje de Pelotón que Llegan Durante el Verde en la Intersección Aguas ArribaTabla 128. *Porcentaje de Pelotón que Llegan Durante el Verde en la Intersección Aguas Arriba en el Subsegmento 1 y 3*

Día	S1 (veh/h)	S14 (veh/h)	S1+S14 (veh/h)	S1 (S1+S14)
Sábado	4621	5909	10530	43.88%
Domingo	2589	6409	8998	28.77%
Lunes	8181	10174	18355	44.57%
Martes	6704	11742	18446	36.34%
Miércoles	6849	11338	18187	37.66%
Jueves	7019	13473	20492	34.25%
Viernes	7510	10950	18460	40.68%

Tabla 129. *Porcentaje de Pelotón que Llegan Durante el Verde en la Intersección Aguas Arriba en el Subsegmento 2 y 4*

Día	S10 (veh/h)	S11 (veh/h)	S13 (veh/h)	S16 (veh/h)	S10+S11+S13+S16 (veh/h)	(S10+S11) (S10+S11+S13+S16)
Sábado	5372	1256	7387	4364	18379	36.06%
Domingo	2843	863	7930	5594	17230	21.51%
Lunes	8143	2149	8912	6740	25944	39.67%
Martes	6446	1976	8067	4629	21118	39.88%
Miércoles	8246	1983	12538	7281	30048	34.04%
Jueves	7125	1809	10854	5907	25695	34.77%
Viernes	4370	1844	9038	3809	19061	32.60%

Anexo 7. Documentos complementarios



**GERENCIA DE SEGURIDAD CIUDADANA
SUB-GERENCIA DE SERENAZGO
CENTRAL DE VIDEOVIGILANCIA**



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

INFORME N° 1422-2023- HDBCH -CVV-SGS-MPC.

A : CRL(R) EP. JORGE LUIS SALAZAR PÉREZ
GERENTE DE SEGURIDAD CIUDADANA - MPC.

DE : Ing. Henry David Briones Chávez.
RESPONSABLE DE LA CENTRAL DE VIDEOVIGILANCIA

ASUNTO : No existe información solicitada.

REFERENCIA : **INFORME N° 162-2023-AIP-OGGyAC-MPC**
EXPEDIENTE 2023085772

FECHA : Cajamarca, 02 de Noviembre de 2023.

Mediante el presente, me dirijo a usted para saludarlo cordialmente y manifestarle que, en atención al documento de la referencia hago de su conocimiento que, la Av. Los Héroes con Jr. El Inca no se interceptan; Así mismo, se informa que la Central de Videovigilancia, sólo atiende solicitudes de grabación de videos relacionados con Seguridad Ciudadana; tal como lo establece en el **REGLAMENTO DE LA LEY N° 27933, LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE SEGURIDAD CIUDADANA CAPÍTULO III, Artículo 61 y sección 61.4**, lo siguiente:

Artículo 61.- Obligatoriedad de la instalación, operación e interconexión de los Centros de Video Vigilancia, Radiocomunicación y Telecomunicaciones

61.4 En atención a lo dispuesto por la **Ley N° 30120, Ley de Apoyo a la Seguridad Ciudadana con Cámaras de Video Vigilancia Públicas y Privadas**, cuando se presume la comisión de un delito o una falta, las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas, deberán entregar gratuitamente copia de las imágenes y audios registrados a través de dichas cámaras a la Policía Nacional del Perú y al Ministerio Público, según corresponda. Se garantiza la confidencialidad de la identidad de los propietarios o poseedores de los inmuebles y de las personas que hacen entrega de esta información.

Es todo cuanto informo a usted para conocimiento y fines que estime por conveniente.

Atentamente,

C.c.
Archivo.

Av. Alameda de los Incas
Cajamarca - Perú

076 602660 - 076 602661

contactenos@municaj.gob.pe

CRONOGRAMA DE TOMA DE DATOS

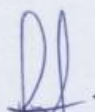
Para: Dr. Mauro Augusto Centurión Varga

Director del Programa de Maestría de ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca

Estimado Director buenas tardes, soy el exalumno de la Maestría en Ciencias con Mención en Ingeniería Civil Nobel Dereck Estela Velásquez con DNI N°70196037. Me dirijo ante usted para saludarle y a la vez manifestarle, que, con el fin de realizar el levantamiento de observaciones de mi tesis "**CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO – 2019**", procederé a realizar el aforo vehicular desde el **25/11/2023 a 01/12/2023** desde las **6:30 am – 8:30 pm** en el tramo de vía **Av. El Maestro entre la Av. Los Héroes y Jr. El Inca de la ciudad de Cajamarca.**

Es todo en cuanto tengo que dirigirme a su persona.

Atte,



Nobel Dereck Estela Velásquez

Ingeniero Civil

DNI°70196037



Anexo 8. Panel Fotográfico

Figura 28. Aforo vehicular manual intersección Av. Los Héroes – Av. El Maestro



Figura 29. Aforo vehicular manual intersección Jr. Amazonas – Av. El Maestro



Figura 30. Aforo vehicular manual intersección Jr. El Progresos – Av. El Maestro



Figura 31. Aforo vehicular manual intersección Jr. El Progresos – Av. El Maestro



Figura 32. *Uso de un carril como estacionamiento subsegmento 1*



Figura 33. *Uso de un carril como estacionamiento subsegmento 2*



Figura 34. *Medición de Sección de Vía que se Toma como Estacionamiento Subsegmento 3*



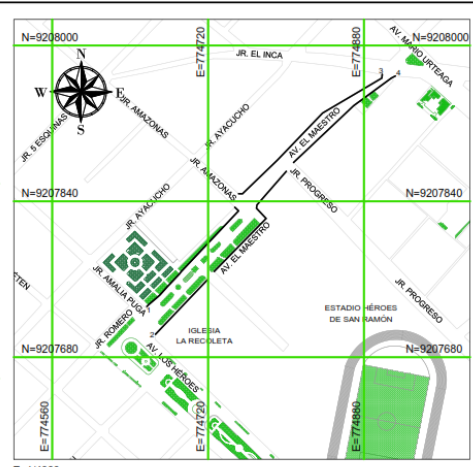
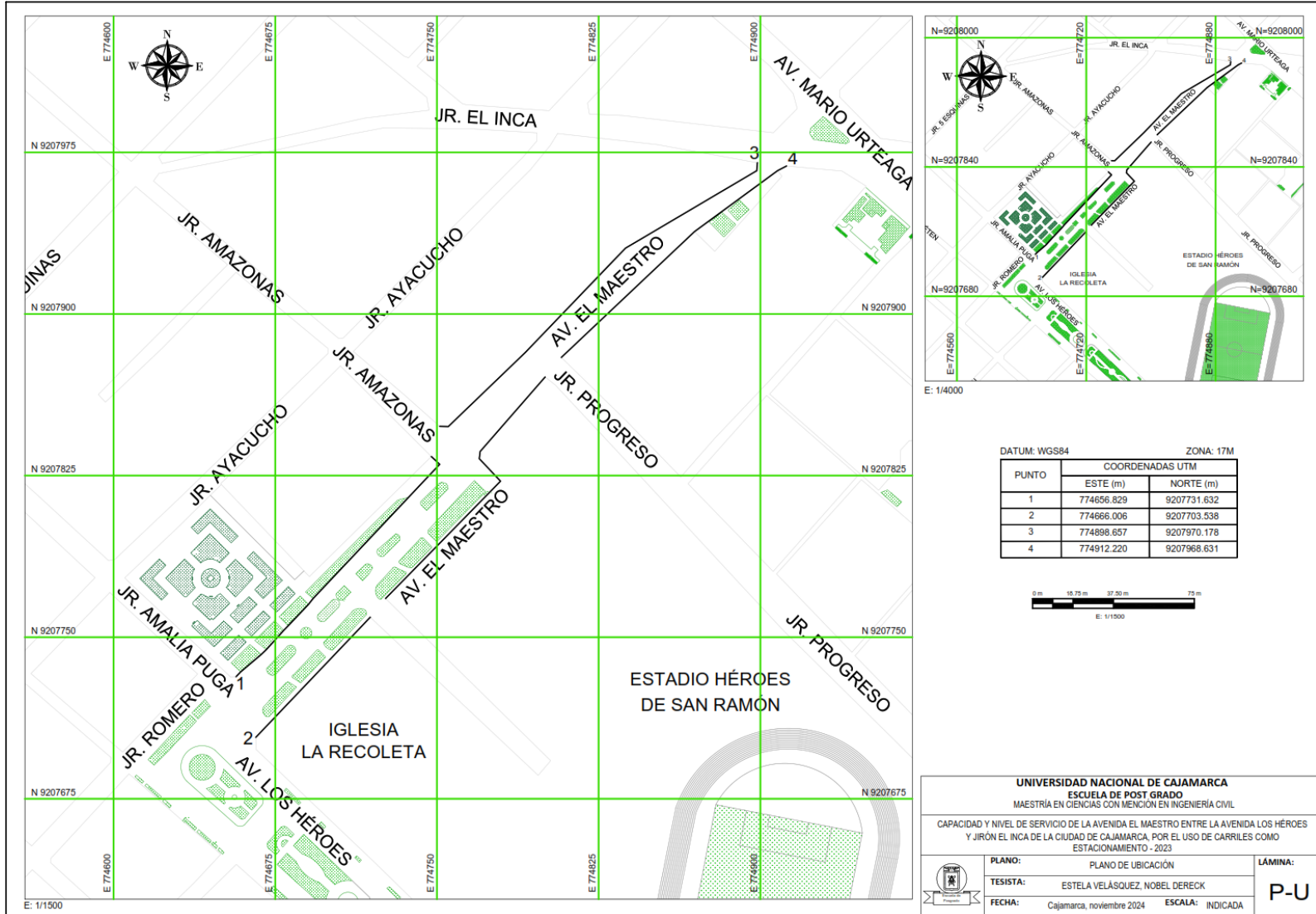
Figura 35. *Medición de Sección de Vía que se Toma como Estacionamiento Subsegmento 3*



Figura 36. *Pase de pregón en Av. El Maestro*



Anexo 9. Planos



DATUM: WGS84 ZONA: 17M

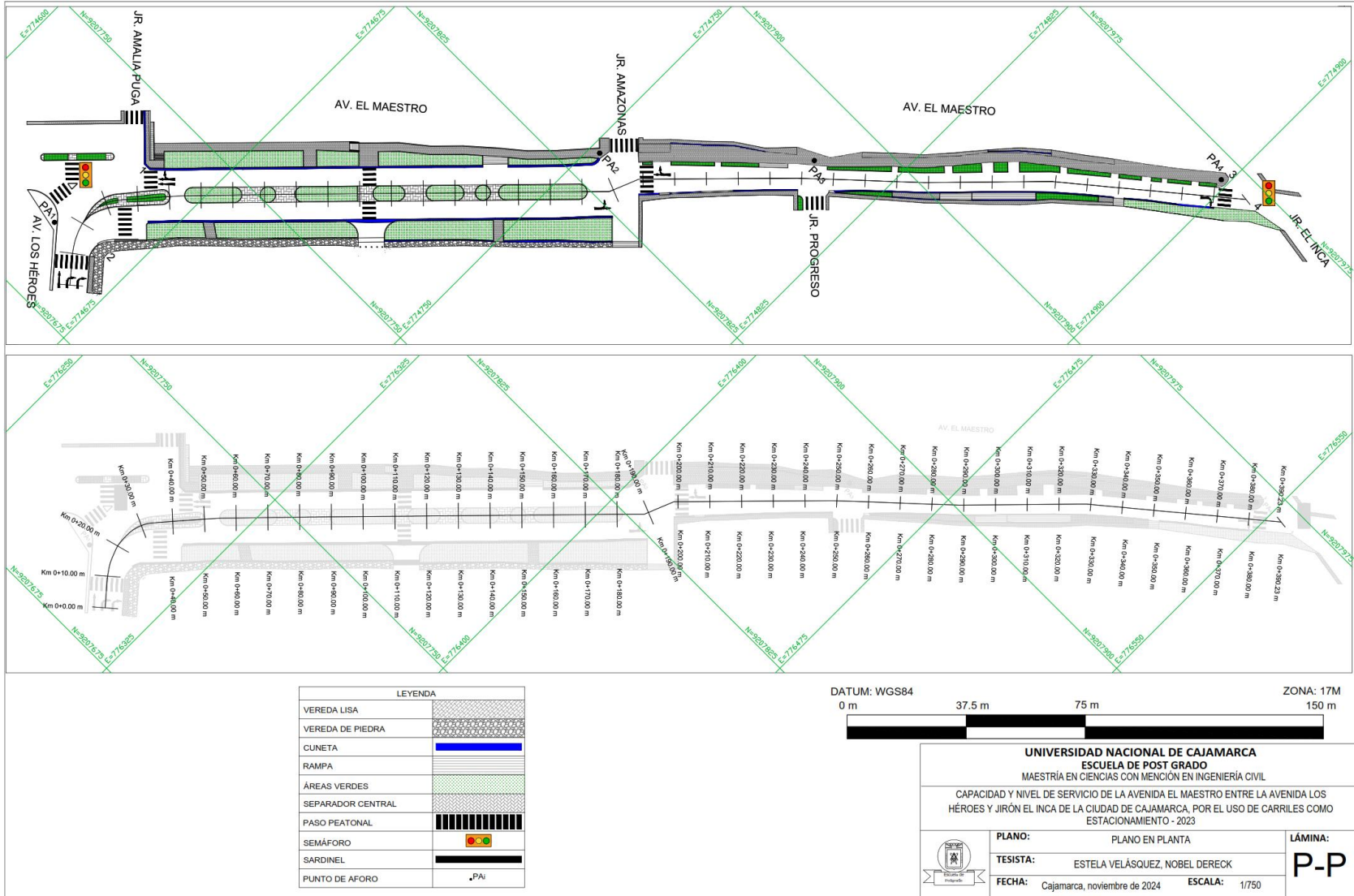
PUNTO	COORDENADAS UTM	
	ESTE (m)	NORTE (m)
1	774656.829	9207731.632
2	774666.006	9207703.538
3	774898.657	9207970.178
4	774912.220	9207968.631



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POST GRADO
 MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCION EN INGENIERÍA CIVIL

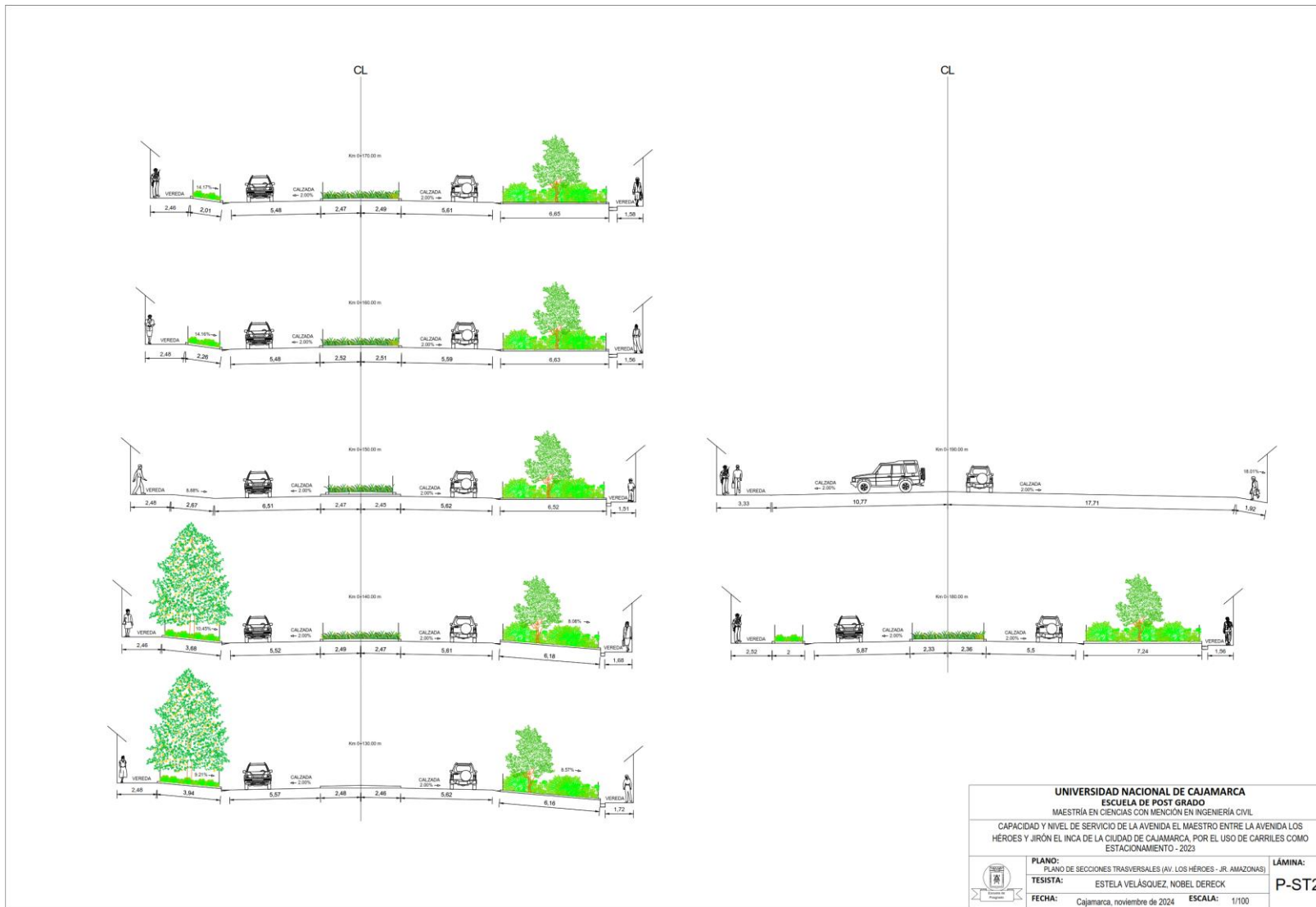
CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO - 2023

	PLANO: PLANO DE UBICACIÓN	LÁMINA:
	TESISTA: ESTELA VELÁSQUEZ, NOBEL DERECK	P-U
	FECHA: Cajamarca, noviembre 2024	

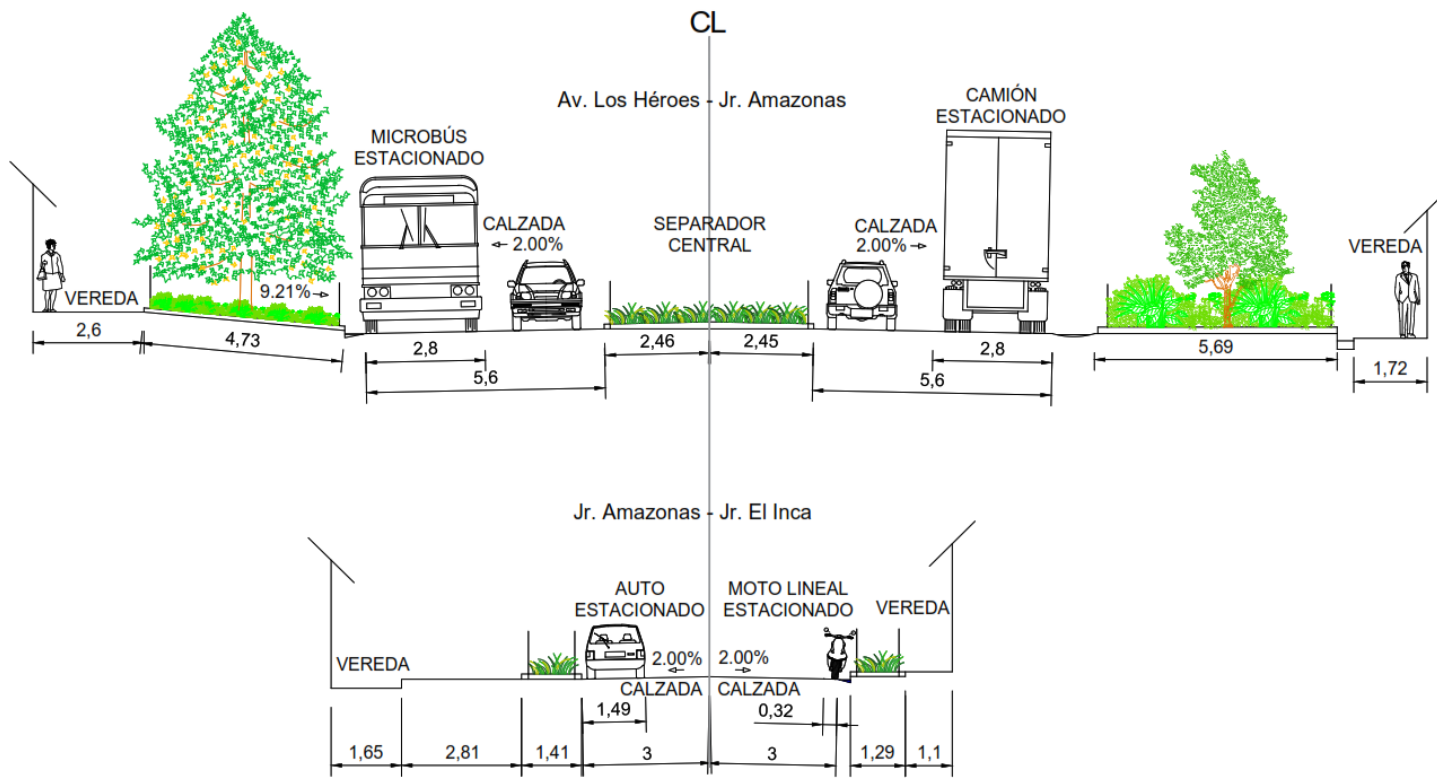





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
ESCUELA DE POST GRADO		
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL		
CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRON EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO - 2023		
	PLANO: PLANO DE SECCIONES TRASVERSALES (AV. LOS HÉROES - JR. AMAZONAS)	LÁMINA: P-ST1
	TESISTA: ESTELA VELÁSQUEZ, NOBEL DERECK	
	FECHA: Cajamarca, noviembre de 2024 ESCALA: 1/100	







UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POST GRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL		
CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA AVENIDA EL MAESTRO ENTRE LA AVENIDA LOS HÉROES Y JIRÓN EL INCA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, POR EL USO DE CARRILES COMO ESTACIONAMIENTO - 2023		
	PLANO: PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS	PLANO:
	TESISISTA: ESTELA VELASQUEZ, NOBEL DERECK	P-STT
	FECHA: Cajamarca, noviembre de 2024	