

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL CON SOFTWARE PTV VISSIM EN AV. PATRICIO MELÉNDEZ TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN HASTA AV. INDUSTRIAL, PROVINCIA DE TACNA – 2022”

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. FRANK MICHAEL CCALLI AROCUTIPA

Bach. JOSÉ EDWAR CORONEL ALLER

TACNA – PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL CON SOFTWARE PTV VISSIM EN AV. PATRICIO MELÉNDEZ TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN HASTA AV. INDUSTRIAL, PROVINCIA DE TACNA – 2022”

Tesis sustentada y aprobada el 04 de marzo del 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

SECRETARIA : Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO

VOCAL : Mtra. ELVIRA ALVARADO AMONES

ASESOR : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Frank Michael Ccalli Arocutipa, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 73017130.

Yo, José Edwar Coronel Aller, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 42290696.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial con Software PTV Vissim en Av. Patricio Meléndez Tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, Provincia de Tacna – 2022”* la misma que se presentó para optar *El título profesional de Ingeniero Civil*.
2. La presente tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, haciéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicada anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 04 de marzo de 2022

Bach. Frank Michael Ccalli Arocutipa
DNI: 73017130

Bach. José Edwar Coronel Aller
DNI: 42290696

DEDICATORIA 1

“En la vida se enrumba, se enfrenta con voluntad y determinación, mirar atrás no es una opción.”

Dedico la presente tesis a Dios todo poderoso por darme a mi familia, ser mi pastor, en no dejarme caer y levantarme para continuar.

Agradezco a mi Madre Alicia Arocutipa Ajrota y a mi Padre Leonidas Lucio Ccalli Pacco que me brindaron su apoyo, educaron y aconsejaron de mirar siempre con la frente en alto y seguir adelante ante las adversidades.

A mi menor hermana y amiga Fabiola Katherine Ccalli Arocutipa que por ella que quiero dar lo mejor, aconsejarla y guiarla por un mejor futuro.

Bach. Frank Michael Ccalli Arocutipa

DEDICATORIA 2

Dedico la presente investigación a Dios, un Dios bondadoso que apremia, protege, cura y fortalece con dicha y felicidad. A mi Querida Madre Martina Aller de Coronel, quien, con su infinito amor de madre y su inmenso apoyo moral hizo que todas las metas y sueños fueran posibles de alcanzar en la vida y, a mi padre que en paz descansa Zenón Amador Coronel Ventura, que siempre confió en mí, con su incansable conversación donde me brindaba todos sus consejos llenos de sabiduría y motivándome a ser el mejor cada día de mi vida profesional y a mis hermanos Edwin, Liliana, Claudia y Wilfredo que siempre estuvieron brindándome su apoyo.

Bach. José Edwar Coronel Aller

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida, salud y sabiduría ya que sin su bendición no habiéramos podido lograr culminar este sueño que nos propusimos, por ser la luz que ilumino nuestro camino y reanimar nuestras fuerzas en los momentos de flaqueza.

A Nuestros Padres, que siempre estuvieron apoyándonos y motivándonos durante los años de estudios, para crecer profesionalmente con ética y ser una persona con valores. Gracias por aconsejarnos y enrumbarnos por el camino del bien.

Al Asesor de Tesis por su valioso tiempo, al proporcionarnos con consejos y sugerencias que realza la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

A la Universidad Privada de Tacna, A la Facultad de Ingeniería, A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a cada docente que nos brindaron sus enseñanzas y experiencias que serán la base de los cimientos de nuestra formación profesional durante nuestro paso por la Casa de Estudios.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA 1.....	v
DEDICATORIA 2.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problema Especifico	3
1.3. Justificación del Problema	4
1.3.1. Justificación Técnica.....	4
1.3.2. Justificación Social.....	4
1.3.3. Justificación Vial y Económico	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivos Generales	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis Generales.....	5
1.5.2. Hipótesis Específicos.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.....	6
2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional	7
2.1.3. Antecedentes a Nivel Local.....	8
2.2. Bases Teóricas	8
2.2.1. Ingeniería de Tránsito y la Microsimulación	8
2.2.2. Elementos Básicos en la Ingeniería de Transito	9

2.2.3. Intersección Vial	18
2.2.4. Semaforización	21
2.2.5. Flujo Vehicular	23
2.2.6. Nivel de Servicio (LOS).....	23
2.2.7. Vissim	26
2.2.8. Modelos de Simulación del Tráfico	27
2.2.9. Microsimulación del Tráfico.....	30
2.3. Definición de Términos	39
2.3.1. Tráfico.....	39
2.3.2. Congestión Vehicular	40
2.3.3. Capacidad Vial.....	40
2.3.4. Sección Vial	40
2.3.5. Flujo Vehicular	40
2.3.6. Velocidad	40
2.3.7. Conteo o Aforo Vehicular	40
2.3.8. Ciclos Semafóricos	41
2.3.9. Longitud de colas.....	41
2.3.10. Microsimulación	41
2.3.11. Vissim	41
2.3.12. Niveles de Servicio (LOS)	41
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	42
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	42
3.1.1. Tipo de Investigación	42
3.1.2. Diseño de la Investigación	42
3.2. Acciones y Actividades	42
3.2.1. Acciones	42
3.2.2. Actividades Realizadas	43
3.3. Materiales y/o Instrumentos	100
3.4. Población y/o Muestra de Estudio	100
3.4.1. Población	100
3.4.2. Muestra.....	100
3.5. Operacionalización de Variables.....	100
3.6. Procedimiento y Análisis de Datos	101
3.6.1. Licencia del Software PTV Vissim.....	101
3.6.2. Interfaz Gráfica de Usuario	102
3.6.3. Procesamiento para la Elaboración de la Red Vial.....	104
3.6.4. Análisis de los Resultados	123

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	130
4.1. Resultados en las intersecciones 01 y 02	130
4.1.1. Resultados de los niveles de servicio (LOS)	130
4.1.2. Resultados de la longitud de colas.....	131
4.2. Propuesta de optimización semafórica en las intersecciones 01 y 02	132
4.2.1. Cálculos de Tiempo (Método de Webster)	132
4.2.2. Resultados de propuesta 1: niveles de servicio (LOS)	140
4.2.3. Resultados de propuesta 1: longitud de las colas	148
4.3. Propuesta 2 en infraestructura para la intersección 01.....	148
4.3.1. Resultados de propuesta 2: niveles de servicio (LOS)	149
4.3.2. Resultados de propuesta 2: longitud de las colas	156
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	157
CONCLUSIONES	159
RECOMENDACIONES	160
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
ANEXO	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación vehicular, Categoría L.....	11
Tabla 2. Clasificación vehicular, Categoría M.....	12
Tabla 3. Clasificación Vehicular, Categoría N.....	13
Tabla 4. Clasificación Vehicular, Categoría O	14
Tabla 5. Clasificación Vehicular, Categoría Especiales	15
Tabla 6. Intersecciones y accesos.....	43
Tabla 7. Accesos y Nro. de carriles	44
Tabla 8. Accesos y Nro. de giros.....	45
Tabla 9. Velocidades en cada acceso	99
Tabla 10. Operacionalización de variables	101
Tabla 11. Descripción de la interfaz	103
Tabla 12. Cantidad de links y conectores a usar	109
Tabla 13. Tipo de Vehículos.....	111
Tabla 14. Volumen vehicular de la hora pico critico.....	113
Tabla 15. Conversión UCP.....	113
Tabla 16. Volumen vehicular de la hora pico critico modificado.....	114
Tabla 17. Niveles de servicio (LOS)	124
Tabla 18. Resultado de nodo y LOS para la intersección 01	125
Tabla 19. Resultado de nodo y LOS para la intersección 02	127
Tabla 20. Longitud promedio.....	129
Tabla 21. Comparación de LOS actual en los accesos	130
Tabla 22. Diferencia en longitud de cola.....	132
Tabla 23. Cálculo de "Yi" para fases de la intersección 01	134
Tabla 24. Nuevo ciclo semafórico para la intersección 01	135
Tabla 25. Reconstrucción de ciclo semafórico para la intersección 01	136
Tabla 26. Comparación de ciclo semafórico para la intersección 01	136
Tabla 27. Cálculo de "Yi" para fases de la intersección 02	138
Tabla 28. Nuevo ciclo semafórico para la intersección 02	139
Tabla 29. Reconstrucción de ciclo semafórico para la intersección 02	139
Tabla 30. Comparación de ciclo semafórico para la intersección 02	140
Tabla 31. Resultado de nodo y LOS de la propuesta 1 para la intersección 01	143
Tabla 32. Resultado de nodo y LOS de la propuesta 1 para la intersección 02	145
Tabla 33. Comparación de LOS actual y propuesta 1 en los accesos	147
Tabla 34. Diferencia en longitud de cola actual y propuesta 1	148

Tabla 35. Resultado de nodo y LOS de la propuesta 2 para la intersección 01	151
Tabla 36. Comparación de LOS actual y propuesta 2 en la intersección 01	155
Tabla 37. Diferencia en longitud de cola actual y propuesta 2.....	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio.....	3
Figura 2. Tipos de usuarios	9
Figura 3. Trimoto, Vehículo de Categoría L.....	11
Figura 4. Automóvil, Vehículo de Categoría M1	12
Figura 5. Autobús, Vehículo de Categoría M2 y M3	12
Figura 6. Camiones, Vehículo de Categoría N1, N2 y N3.....	13
Figura 7. Remolques, Vehículo de Categoría O	14
Figura 8. Ambulancia, Vehículo de Categoría M1SC.....	15
Figura 9. Elementos de la vía.....	16
Figura 10. Movilidad y accesibilidad del sistema vial urbano	17
Figura 11. Jerarquía del sistema vial urbano	18
Figura 12. Intersecciones y puntos de conflicto	19
Figura 13. Tipos de intersección a nivel	20
Figura 14. Tipos de intersección a desnivel.....	21
Figura 15. Indicadores de semáforos en una intersección con giro a la izquierda	22
Figura 16. Indicadores de semáforos en una intersección con giro a la derecha.....	22
Figura 17. Nivel de servicio A.....	23
Figura 18. Nivel de servicio B.....	24
Figura 19. Nivel de servicio C.....	24
Figura 20. Nivel de servicio D.....	25
Figura 21. Nivel de servicio E	25
Figura 22. Nivel de servicio F	26
Figura 23. Ventana de inicio del PTV Vissim	27
Figura 24. Modelos de tráfico	28
Figura 25. Modelos de tráfico por su nivel de detalle.....	29
Figura 26. División de arquitectura del PTV Vissim	30
Figura 27. Gráfico de Warm Up no estabilizada	31
Figura 28. 32Gráfico de Warm Up estabilizada	32
Figura 29. Modelo gráfico de vehículo A y B	33
Figura 30. Modelo de seguimiento vehicular Wiedemann 74.....	34
Figura 31. Modelo de Gipps	35
Figura 32. Modelo de General motor.....	37
Figura 33. Cambio de carril necesario.....	38
Figura 34. Cambio de carril libre.....	39

Figura 35. Intersecciones y accesos	44
Figura 36. Accesos de la intersección 01	45
Figura 37. Esquemas de giros permitidos en la intersección 01	46
Figura 38. Medición del ancho de calzada en intersección 01	46
Figura 39. Medición del ancho de la mediana en intersección 01	47
Figura 40. Medición del ancho de berma en intersección 01	47
Figura 41. Medición del ancho de vereda en intersección 01	48
Figura 42. Corte de sección vial (A-A) del acceso ED1	48
Figura 43. Corte de sección vial (B-B) del acceso ED2	49
Figura 44. Corte de sección vial (C-C) del acceso ED3.....	49
Figura 45. Accesos de la intersección 02	50
Figura 46. Esquemas de giros permitidos en la intersección 02	50
Figura 47. Medición del ancho de vereda en intersección 02	51
Figura 48. Medición del ancho de calzada en intersección 02.....	51
Figura 49. Medición del ancho de mediana pequeña en intersección 02.....	52
Figura 50. Medición del ancho de berma en intersección 02	52
Figura 51. Medición del ancho de mediana en intersección 02	53
Figura 52. Corte de sección vial (C-C) del acceso ED4.....	53
Figura 53. Corte de sección vial (B-B) del acceso ED5	54
Figura 54. Corte de sección vial (A-A) del acceso ED6	54
Figura 55. Corte de sección vial (D-D) del acceso ED7.....	54
Figura 56. Intersección semafórica 1.....	55
Figura 57. Semáforo para el acceso ED1.....	56
Figura 58. Semáforo para el acceso ED2.....	56
Figura 59. Semáforo para el acceso ED3.....	56
Figura 60. Fase en verde para ED1	57
Figura 61. Fase en verde para ED2	57
Figura 62. Fase en verde para ED3	58
Figura 63. Intersección semafórica 2.....	58
Figura 64. Semáforo para el acceso ED3, ED5, ED6 y ED7.....	59
Figura 65. Fases en verde para ED5 y ED6	60
Figura 66. Fases en verde para ED4 y ED7	60
Figura 67. Formato de Aforo vehicular	61
Figura 68. Punto de grabación para la intersección 01	62
Figura 69. Punto de grabación para la intersección 02.....	62
Figura 70. Aforo vehicular de la intersección 01	63
Figura 71. Aforo vehicular de la intersección 02.....	63

Figura 72. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED1 por cada 15 minutos	64
Figura 73. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED1 acumulado por cada 1 hora	64
Figura 74. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED1 por cada 15 minutos	65
Figura 75. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED1 acumulado por cada 1 hora	65
Figura 76. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED1 por cada 15 minutos	66
Figura 77. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED1 acumulado por cada 1 hora	66
Figura 78. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED2 por cada 15 minutos	67
Figura 79. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED2 acumulado por cada 1 hora	67
Figura 80. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED2 por cada 15 minutos	68
Figura 81. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED2 acumulado por cada 1 hora	68
Figura 82. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED2 por cada 15 minutos	69
Figura 83. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED2 acumulado por cada 1 hora	69
Figura 84. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED3 por cada 15 minutos	70
Figura 85. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED3 acumulado por cada 1 hora	70
Figura 86. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED3 por cada 15 minutos	71
Figura 87. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED3 acumulado por cada 1 hora	71
Figura 88. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED3 por cada 15 minutos	72
Figura 89. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED3 acumulado por cada 1 hora	72
Figura 90. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED4 por cada 15 minutos	73
Figura 91. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED4 acumulado por cada 1 hora	73
Figura 92. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED4 por cada 15 minutos	74
Figura 93. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED4 acumulado por cada 1 hora	74

Figura 94. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED4 por cada 15 minutos	75
Figura 95. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED4 acumulado por cada 1 hora	75
Figura 96. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED5 por cada 15 minutos	76
Figura 97. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED5 acumulado por cada 1 hora	76
Figura 98. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED5 por cada 15 minutos	77
Figura 99. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED5 acumulado por cada 1 hora	77
Figura 100. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED5 por cada 15 minutos	78
Figura 101. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED5 acumulado por cada 1 hora	78
Figura 102. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED6 por cada 15 minutos	79
Figura 103. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED6 acumulado por cada 1 hora	79
Figura 104. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED6 por cada 15 minutos	80
Figura 105. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED6 acumulado por cada 1 hora	80
Figura 106. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED6 por cada 15 minutos	81
Figura 107. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED6 acumulado por cada 1 hora	81
Figura 108. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED7 por cada 15 minutos	82
Figura 109. Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED7 acumulado por cada 1 hora	82
Figura 110. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED7 por cada 15 minutos	83
Figura 111. Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED7 acumulado por cada 1 hora	83
Figura 112. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED7 por cada 15 minutos	84
Figura 113. Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED7 acumulado por cada 1 hora	84
Figura 114. Gráfico en horas punta del acceso ED1, día lunes 24 de octubre del 2022	85
Figura 115. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED1, día lunes 24 de octubre del 2022	85

Figura 116. Gráfico en horas punta del acceso ED1, día miércoles 26 de octubre del 2022.....	86
Figura 117. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED1, día miércoles 26 de octubre del 2022	86
Figura 118. Gráfico en horas punta del acceso ED1, día viernes 28 de octubre del 2022	86
Figura 119. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED1, día viernes 28 de octubre del 2022	87
Figura 120. 87Gráfico en horas punta del acceso ED2, día lunes 24 de octubre del 2022.....	87
Figura 121. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED2, día lunes 24 de octubre del 2022	87
Figura 122. Gráfico en horas punta del acceso ED2, día miércoles 26 de octubre del 2022.....	88
Figura 123. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED2, día miércoles 26 de octubre del 2022	88
Figura 124. Gráfico en horas punta del acceso ED2, día viernes 28 de octubre del 2022	88
Figura 125. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED2, día viernes 28 de octubre del 2022	89
Figura 126. Gráfico en horas punta del acceso ED3, día lunes 24 de octubre del 2022	89
Figura 127. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED3, día lunes 24 de octubre del 2022	89
Figura 128. Gráfico en horas punta del acceso ED3, día miércoles 26 de octubre del 2022.....	90
Figura 129. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED3, día miércoles 26 de octubre del 2022	90
Figura 130. Gráfico en horas punta del acceso ED3, día viernes 28 de octubre del 2022	90
Figura 131. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED3, día viernes 28 de octubre del 2022	91
Figura 132. Gráfico en horas punta del acceso ED4, día lunes 24 de octubre del 2022	91
Figura 133. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED4, día lunes 24 de octubre del 2022	91
Figura 134. Gráfico en horas punta del acceso ED4, día miércoles 26 de octubre del 2022.....	92
Figura 135. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED4, día miércoles 26 de octubre del 2022	92
Figura 136. Gráfico en horas punta del acceso ED4, día viernes 28 de octubre del 2022	92
Figura 137. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED4, día viernes 28 de octubre del 2022	93

Figura 138. Gráfico en horas punta del acceso ED5, día lunes 24 de octubre del 2022	93
Figura 139. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED5, día lunes 24 de octubre del 2022	93
Figura 140. Gráfico en horas punta del acceso ED5, día miércoles 26 de octubre del 2022	94
Figura 141. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED5, día miércoles 26 de octubre del 2022	94
Figura 142. Gráfico en horas punta del acceso ED5, día viernes 28 de octubre del 2022	94
Figura 143. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED5, día viernes 28 de octubre del 2022	95
Figura 144. Gráfico en horas punta del acceso ED6, día lunes 24 de octubre del 2022	95
Figura 145. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED6, día lunes 24 de octubre del 2022	95
Figura 146. Gráfico en horas punta del acceso ED6, día miércoles 26 de octubre del 2022	96
Figura 147. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED6, día miércoles 26 de octubre del 2022	96
Figura 148. Gráfico en horas punta del acceso ED6, día viernes 28 de octubre del 2022	96
Figura 149. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED6, día viernes 28 de octubre del 2022	97
Figura 150. Gráfico en horas punta del acceso ED7, día lunes 24 de octubre del 2022	97
Figura 151. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED7, día lunes 24 de octubre del 2022	97
Figura 152. Gráfico en horas punta del acceso ED7, día miércoles 26 de octubre del 2022	98
Figura 153. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED7, día miércoles 26 de octubre del 2022	98
Figura 154. Gráfico en horas punta del acceso ED7, día viernes 28 de octubre del 2022	98
Figura 155. Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED7, día viernes 28 de octubre del 2022	99
Figura 156. Licencia para la versión estudiantil	102
Figura 157. Interfaz gráfica de usuario	103
Figura 158. Incorporación de la imagen de estudio	104
Figura 159. Escalado de la imagen de estudio	105
Figura 160. Medida de los carriles, acceso ED1	106
Figura 161. Medida de los carriles, acceso ED2	106
Figura 162. Medida de los carriles, acceso ED3	106

Figura 163. Medida de los carriles, acceso ED4.....	107
Figura 164. Medida de los carriles, acceso ED5.....	107
Figura 165. Medida de los carriles, acceso ED6.....	107
Figura 166. Medida de los carriles, acceso ED7.....	108
Figura 167. Creación de links en las intersecciones 1 y 2	108
Figura 168. Trazado de conectores en las intersecciones 1 y 2	109
Figura 169. Áreas de conflicto en ambas intersecciones	110
Figura 170. Creación de composiciones.....	110
Figura 171. Asignación de tipos de vehículos.....	111
Figura 172. Asignación de velocidades	111
Figura 173. Creación de Velocidad	112
Figura 174. Asignación de porcentajes para cada tipo de vehículo	112
Figura 175. Volumen vehicular por acceso en el PTV Vissim.....	114
Figura 176. Rutas de trayectos	115
Figura 177. Tiempos semafóricos para intersección 01.....	116
Figura 178. Tiempos semafóricos para intersección 02.....	116
Figura 179. Colocación de semáforos en las intersecciones	117
Figura 180. Vehicle travel times del modelo	118
Figura 181. Asignación de nodos	118
Figura 182. Reducción de velocidades para el modelo	119
Figura 183. Evaluación de configuraciones para el modelo.....	120
Figura 184. Configuración de parámetros de Wiedemann 74.....	121
Figura 185. Parámetros de simulación	122
Figura 186. Microsimulación del modelo en la intersección 01	122
Figura 187. Microsimulación del modelo en la intersección 02	123
Figura 188. Resultado de nodo en la intersección 01	124
Figura 189. Resultado de nodo en la intersección 02.....	124
Figura 190. Esquema de giros y cantidad de vehículos por acceso en la intersección 01	133
Figura 191. Esquema de giros y cantidad de vehículos por acceso en la intersección 02.....	137
Figura 192. Propuesta de tiempos semafóricos para intersección 01.....	141
Figura 193. Propuesta de tiempos semafóricos para intersección 02.....	141
Figura 194. Resultado de propuesta 1 - nodos en la intersección 01	142
Figura 195. Resultado de propuesta 1 – nodos en la intersección 02.....	142
Figura 196. Diseño de modelo del paso a desnivel para la intersección 01	149
Figura 197. Microsimulación del paso a desnivel para la intersección 01	150
Figura 198. Resultado de propuesta 2 - nodos en la intersección 01	150

RESUMEN

El presente estudio tiene como principal objetivo evaluar el nivel de servicio y proponer la propuesta de mejora vial con software PTV Vissim en Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann y Av. Patricio Meléndez con Av. Industrial, Provincia de Tacna en el año 2022. Por esta razón el propósito es realizar el estudio correcto de las intersecciones semaforizadas ya que estas son vías principales que presentan una congestión vehicular. El análisis en las intersecciones semaforizadas se llevará a cabo mediante el uso del software PTV Vissim que realiza un modelo de microsimulación o microscópico, donde se obtendrá el nivel de servicio para cada intersección de estudio. Se desarrollo bajo las metodologías de la investigación aplicada, la recopilación de datos para el conteo vehicular se analizó: la velocidad de viaje, tiempo de semaforización y usó del aforo vehicular, en la cual se reunió la información mediante grabaciones, mediciones geométricas de las vías y fotos de las avenidas a estudiar. La información recopilada nos dio como resultado que la intersección 01 de Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann tiene un nivel de servicio “Tipo C” y la intersección 02 de Av. Patricio Meléndez con Av. Industrial tiene un nivel de servicio “Tipo B”. La Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann en uno de sus accesos demuestra que el nivel de servicio actual es “Tipo D” con un tiempo de demora 50,07 (s) estando cerca del “Tipo E”, esto debido a que el incremento vehicular a futuro en la ciudad de Tacna. El incremento de vehículos tiende a aumentar por lo que es necesario implementar una infraestructura vial o mejorar el deficiente sistema semafórico en la ciudad de Tacna, todo ello genera alto tránsito vehicular tanto privados como de transporte público.

Palabras clave: Microsimulación, aforo vehicular, velocidad, longitud de cola, congestión vehicular, semaforización, flujo vehicular, nivel de servicio, PTV Vissim.

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate the level of service and propose the road improvement proposal with PTV Vissim software in Av. Patricio Meléndez with Av. Jorge Basadre Grohmann and Av. Patricio Meléndez with Av. Industrial, Province of Tacna in the year 2022. For this reason, the purpose is to carry out the correct study of the signalized intersections since these are main roads that present a vehicular congestion. The analysis at the signalized intersections will be carried out by using the PTV Vissim software that performs a microsimulation or microscopic model, where the level of service for each study intersection will be obtained. It was developed under the methodologies of applied research, the data collection for the vehicle count was analyzed: travel speed, traffic light time and use of vehicle capacity, in which the information was gathered through recordings, geometric measurements of the roads and photos of the avenues to study. The information collected gave us as a result that the intersection 01 of Av. Patricio Meléndez with Av. Jorge Basadre Grohmann has a level of service "Type C" and the intersection 02 of Av. Patricio Meléndez with Av. Industrial has a level of service "Type B". Av. Patricio Meléndez with Av. Jorge Basadre Grohmann in one of its accesses shows that the current level of service is "Type D" with a delay time of 50.07 (s) being close to "Type E", this due to than the future vehicular increase in the city of Tacna. The increase in vehicles tends to increase, so it is necessary to implement a road infrastructure or improve the deficient traffic light system in the city of Tacna, all of which generates high vehicular traffic, both private and public transport.

Keywords: Microsimulation, vehicle capacity, speed, queue length, traffic congestion, traffic lights, vehicle flow, service level, PTV Vissim.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se realizó con el objetivo con la recolección de datos del aforo vehicular con la finalidad de evaluar y proyectar una mejora del nivel de servicio empleando la metodología aplicada y la implementación del software PTV Vissim creada en Alemania, la cual usa una metodología cerrada en base a un seguimiento vehicular de un entorno virtual de tráfico real, en las intersecciones de la Av. Patricio Meléndez con Av. Jorge Basadre Grohmann hasta la Av. Industrial, debido al crecimiento del parque automotor lo cual genera congestión vehicular en el Departamento de Tacna. Para lo cual se proyectó un modelo microsimulación de las intersecciones en estudio en las cuales se pudo exponer alternativas de solución y propuestas de mejora vial. La evaluación del flujo vehicular fue llevada a cabo aplicando la simulación y modelamiento en base al Software PTV Vissim 9.00 (Versión Estudiantil).

Este trabajo de investigación contara de cinco capítulos que describe lo siguiente:

El Capítulo I: Se presenta el planteamiento de investigación, lo cual expone la formulación del problema, justificación, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo II: Abarca el marco teórico de la investigación, aquí se toma encuentra antecedentes de investigaciones internacionales, nacionales y locales, así como las metodologías y fundamentos de la microsimulación.

El Capítulo III: Se hace referencia a la metodología a tomar en cuenta, así como la validación de la información recopilada, en base a la elaboración de un modelo de microsimulación que cuantifica el procesamiento y análisis de datos del flujo vehicular con el software PTV Vissim V. 9. 00 (Versión Estudiantil).

El Capítulo IV: Se muestra los resultados del modelo de microsimulación del área de estudio, identificando el nivel de servicio de cada intersección.

El Capítulo V: Se formula las conclusiones y recomendaciones. Se implementa también las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

Con el paso de los años, el problema del tránsito en la ciudad de Tacna se ha vuelto cada vez más evidente. Esto se debe a la sobrepoblación y al hecho de que muchas personas de una misma familia quieren tener un auto propio, lo que en un futuro próximo saturará y degradará las carreteras, provocando atascos.

Todo esto aumenta la afluencia de vehículos por estar cerca de lugares que reciben gran afluencia de público, por ser estas zonas muy concurridas, por la presencia de mercados, locales industriales, estadios, hospitales, plazas, entre otros lugares; causando un flujo de tráfico adverso.

Este problema también lo podemos percibir en la ciudad de Tacna, debido al no ostentar una red vial a la medida de las exigencias actuales de demanda vehicular por el crecimiento del parque automotor. A raíz de estas circunstancias observamos el caso en las intersecciones que comprende la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta la Av. Industrial

En la intersección entre Av. Jorge Basadre Grohmann y Av. Patricio Meléndez cuenta con 8 accesos que presenta diferentes giros, lo que por su ubicación en la entrada a la ciudad genera un alto flujo vehicular en horas pico, y además su cercanía frente a las zonas industriales y comerciales más importantes de la ciudad por donde circulan, camiones pesados, buses interurbanos (hacia la Región Puno) que transportan pasajeros y la Avenida Patricio Meléndez, que cruza la Avenida Industrial, de igual forma con 8 accesos y giros en distintas direcciones en la parte alta y baja de la ciudad lo que genera alto flujo de tráfico debido a las subidas y bajadas de autos particulares, vehículos, buses interprovinciales y camiones de carga pesada. Las vías antes mencionadas, además del tránsito vehicular, requieren de un mantenimiento periódico, teniendo en cuenta su capacidad portante, viéndose la necesidad de implementar alternativas de solución vial para evitar la congestión vehicular.

Por tal motivo se tuvo en cuenta la implementación de un modelo en base al software PTV Vissim para determinar los niveles de servicio y propuesta de mejora vial en Av. Patricio Meléndez tramo, Av. Jorge Basadre Grohmann en Av. Industria, Provincia de Tacna – 2022.

En la Figura 1 se aprecia la zona de estudio de la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, donde se estudiará las 2 intersecciones.

Figura 1

Zona de estudio



Nota. La figura muestra la zona de estudio en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la evaluación del nivel de servicio utilizando el software PTV Vissim permite formular una propuesta de mejora vial en Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann Hasta Av. Industrial, Provincia de Tacna – 2022?

1.2.2. Problema Especifico

- a. ¿Cuál es el nivel de servicio actual para las intersecciones de la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial?
- b. ¿Es factible proyectar la simulación actual del tránsito mediante el software PTV Vissim en el tramo de estudio?
- c. ¿De qué manera se puede determinar la propuesta de mejora vial?

1.3. Justificación del Problema

1.3.1. Justificación Técnica

El incremento vehicular en las intersecciones de estudio se presenta un tráfico deficiente en las horas punta. Con esta investigación se evalúa y plantea soluciones al problema de tráfico ocasionado por el crecimiento vehicular. Realizando un análisis situacional actual usando el aforo vehicular (Flujo Vehicular), análisis de semaforización, así como la simulación del software PTV Vissim para conocer el actual nivel de servicio.

El software PTV Vissim presenta una metodología cerrada lo cual, la empresa al ser privada no comparte sus métodos de ejecución más que solo algunos parámetros. El programa demuestra aun así ser un software que da mucha confianza en modelar y obtener un resultado óptimo en proyectos de tránsito.

1.3.2. Justificación Social

Los transportistas que circulan en sus vehículos son perjudicados debido al tráfico en hora punta, ocasionando estrés por estar bastante tiempo en un solo lugar, por lo que necesitan disminuir los tiempos y evitar que su viaje no sea demasiado prolongado. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es proponer soluciones que promuevan el cambio para garantizar un buen nivel de servicio.

Al hacer la evaluación de los flujos vehiculares en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial tiene como objetivo implementar buenos semáforos y rediseñar con infraestructura moderna para que los conductores tengan condiciones de tráfico favorables.

1.3.3. Justificación Vial y Económico

En este trabajo de investigación, presenta un estudio de simulación de tráfico basado en el software PTV Vissim en la intersección Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial con el objetivo de justificar las pérdidas económicas que genera los tiempos de retrasos al desplazarse de un lugar a otro en la ciudad de Tacna lo cual debería mejorar en base a la presente investigación, lo que conduciría a una mayor productividad y menos tiempo dedicado a los atascos de tráfico, lo que ahorraría facturas de combustible innecesarias.

Por lo tanto, fue necesario evaluar e integrar diversas teorías como simulaciones en el software PTV Vissim, con lo que se permitirá evaluar el estado real de la

mencionada intersección, para luego proponer mejoras a la situación existente. (nivel de servicio actual) y gestionar el tráfico de forma eficaz.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos Generales

Determinación del nivel de servicio en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, y proponer propuestas de mejora vial que logre optimizar la transitabilidad en las intersecciones de estudio.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Determinación del actual nivel de servicio en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial.
- b. Proyección de la simulación actual del tránsito mediante el software PTV Vissim en el tramo de estudio.
- c. Determinación de la propuesta de mejora vial.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Generales

La evaluación del nivel de servicio utilizando el software PTV Vissim, permite favorablemente formular una propuesta de mejora vial en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, Provincia de Tacna – 2022.

1.5.2. Hipótesis Específicos

- a. El nivel de servicio actual en cada acceso es posible que sean desfavorables.
- b. Es altamente factible proyectar la simulación actual de tránsito en el tramo materia de estudio.
- c. Utilizando el software PTV Vissim, se determine favorablemente la propuesta de mejora vial.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

A continuación, se revisan algunas investigaciones relacionadas con el tema de la tesis. En apoyo a este proyecto se consultaron diversos estudios relacionados con el software de simulación de tráfico PTV Vissim, el cual permitirá la representación y análisis de situaciones reales para diversos problemas de tráfico, este enfoque permitirá un análisis más realista, lo que redundará en un análisis más eficiente, reduciendo el tráfico vehicular, el tiempo de viaje, las colas resultantes y asegurando un nivel de servicio óptimo en la intersección. Adicionalmente, se incluyen estudios relacionados con los sistemas de control de tráfico, mejoras en las intersecciones y la implementación de semáforos inteligentes.

A partir de estos estudios, se pueden seleccionar aspectos que aportan información importante al desarrollo de este proyecto.

2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

A partir de estos estudios a nivel internacional podremos conocer aspectos que puedan aportar información al desarrollo de este proyecto.

En Medellín el estudio del tesista Suarez, L. (2007) titulado “Análisis y Evaluación Operacional de Intersecciones Urbanas mediante microsimulación”, realizó un estudio detallado de los diferentes softwares de microsimulación existentes en el mercado, donde analizaban las bondades y debilidades de los programas, el resultado de esto, fue elegir el Vissim como el programa con mayor potencialidad para ser estudiado en ciudades de Colombia”.

En Bogotá el estudio de las tesis Álvarez & Quiñones (2020) titulado “Análisis microsimulación de Tránsito de la Calle 80, entre Avenida Boyacá y Puente de Guadua vial de conexión entre la Ciudad de Bogotá y el Nuevo Aeropuerto – El Dorado” Su finalidad es analizar el tráfico vehicular utilizando la microsimulación por el programa Vissim, el cual permite modelar la simulaciones microscópica y multimodales, donde simulan las condiciones de tráfico de manera realista para los distintos tipos de intersecciones. Concluyendo se realizará este estudio para analizar cómo afecta el tráfico.

En Cartagena el estudio de la tesista Fontalvo, K. (2013) titulado “Modelación del Tráfico Vehicular con el Software PTV Vissim Tramo El Gallo – Bomba El Amparo” Debido a la mala planificación del tráfico y falta de capacitación vial de los conductores, provocó largas filas de tránsito en Cartagena en la Transversal 73 con cruce Bomba El Gallo lo que genera congestionamiento, lo cual es un problema y más si es un sistema de transporte masivo. El objetivo de esta tesis es simular las condiciones actuales y futuras de tráfico de vehículos de 5 a 20 años utilizando el software PTV Vissim para sugerir soluciones alternativas a los problemas de tráfico.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional

A partir de estos estudios a nivel nacional podremos también conocer aspectos que puedan aportar en nuestro país al desarrollo del software a través de este proyecto.

En Lima el estudio del tesista Álvarez, J. (2017) titulado “Micro Simulación Intermodal en la Ciudad del Cusco Empleando los Software Vissim 8 y Viswalk 8”. El proyecto consiste en el estudio del cruce distritos de Wanchaq y Cusco cercado para evaluar las condiciones de sus usuarios. Las evaluaciones se realizan utilizando un modelo de microsimulación, para proporcionar recomendaciones de mejora. El análisis se realiza utilizando los programas Vissim 8.0 y Viswalk 8.0. modelando la simulación del tráfico vehicular en una determinada área de interés a partir de datos recopilados en el sitio (flujo vehicular, semáforos, etc.).

En Pasco el estudio del tesista Arteaga, J. (2018) titulado “Microsimulación del Tráfico en la Ciudad de Cerro de Pasco con el Programa PTV Vissim 9 en la intersección Ca. Alfonso Rivera, Ca. Lima y Ca. Huancavelica”. El objetivo es estimar el flujo vehicular en el cruce de Cerro de Pasco utilizando un modelo microscópico. En este estudio, el software PTV Vissim simuló el estado actual de la intersección. El modelo de propuesta incluye semáforos optimizados, paso limitado de vehículos livianos, cambio de geometría de la intersección, lo que permite reducir demoras y tiempos de espera.

En la Libertad el estudio de los tesisas Solano & Terrones (2017) titulado “Aplicación de la Simulación Matemática empleando el software Vissim como Herramienta en el Control de Tráfico en la Intersección de las Avenidas Cesar Vallejo con José María Euguren”. Permite evaluar el uso de simulaciones matemáticas utilizando el programa Vissim como herramienta que permite destrabar el tráfico con el objetivo de contribuir a la solución en la intersección.

2.1.3. Antecedentes a Nivel Local

Con respecto a los antecedentes locales no se pudo hallar alguna tesis que hubiera empleado la simulación con el software PTV Vissim, es por eso que se recabo antecedentes con la simulación de otro Software Synchro V8 en el ámbito local, que también es usado para la determinación del nivel de servicio.

En Tacna los tesisistas Condori & Lipa (2018) con título “Optimización del Flujo Vehicular en la Intersección Vial de la Avenida Bolognesi con la Avenida Basadre y Forero”. Uno de los objetivos de la tesis es evaluar la situación actual y simular la intersección entre la Avenida Bolognesi y la Avenida Basadre y Forero para dar una solución práctica al tráfico existente utilizando el software Synchro V8. Se utilizó el software Synchro V8 para proporcionar una solución para mejorar los niveles de servicio y reducir el tráfico de vehículos. Con este fin, desarrollamos este trabajo, donde visitamos el área de estudio para recopilar información real de la densidad vehicular que pasan por la intersección y llenar los formatos de campo, que luego fueron procesados mediante el software Synchro V8, representando la intersección simulada actual. luego proponer alternativas de solución al problema del tránsito.

En Tacna los tesisistas Urbina & Torres (2018) con título “Optimización del Flujo Vehicular en la Intersección Vial de la Avenida Bolognesi y la Avenida Gustavo Pinto” Como parte del trabajo se analizaron los embotellamientos actuales en las intersecciones en hora punta que resulta en un flujo de tráfico lento, el objetivo del estudio es optimizar la gestión del tráfico para mejorar el nivel de servicio existente y reducir la congestión del tráfico actual.

En Tacna los tesisistas Ortiz & Veliz (2018) titulado “Optimización del Flujo Vehicular en la Intersección Vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial”. El objetivo principal del estudio fue mejorar el flujo de vehículos. Varios vehículos están muy congestionados en la intersección del estudio, especialmente durante las horas pico, provocando congestión vehicular. Para optimizar la intersección, es necesario evaluar el comportamiento del tráfico de los vehículos y determinar el nivel de servicio de la intersección en función a la demanda vehicular y sus dimensiones. En el área de estudio, se implementó los métodos analíticos HCM 2000 y Synchro v8, se recopiló información de suma importancia sobre la situación actual de la intersección: número de vehículos, tiempo de semaforización y carriles existentes.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Ingeniería de Tránsito y la Microsimulación

La ingeniería de tránsito es una rama de gran importancia de la ingeniería civil. El objetivo de su aplicación es estudiar, analizar, diseñar y gestionar la movilidad en una zona determinada, teniendo en cuenta los diferentes elementos que componen para simular la red existente, para brindar soluciones a los proyectos viales logrando una eficacia y segura movilidad en el entorno del proyecto.

A medida que avanza la tecnología se desarrollaron los modelos de simulación como la microsimulación para ayuda a tomar las decisiones acertadas en cuanto al diseño y control de la infraestructura de tráfico. Así mismo observa el movimiento de diferentes usuarios de movilidad (vehículos motorizados, no motorizados, y los peatones) y sus interacciones en la red de tráfico.

“El uso de la microsimulación se ha convertido en la herramienta más acertada para la ejecución y desarrollo de proyectos, ya que proporciona un modelado flexible tanto en términos de adaptación ambiental con sus detalles”. (Roca, 2010)

2.2.2. Elementos Básicos en la Ingeniería de Tránsito

Los elementos básicos que la componen son: usuario, vehículo y la vía urbana

2.2.2.1. El Usuario

Los usuarios son quienes deben ser comprendido y estudiados con claridad para poder gestionar y dirigirlo adecuadamente. El comportamiento de estos individuos es con frecuencia y establece en los factores de un flujo de tránsito. La figura 2 muestra los tipos de usuarios que se encuentran una vía.

Figura 2

Tipos de usuarios



Nota. Ejemplo de tipos de los usuarios (peatones y conductores).

A. Peatones

Son personas que transitan por la vía pública. También son considerados los peatones que empujan cualquier vehículo no motorizado o peatones que transitan con movilidad reducida.

B. Conductores

Todos los vehículos circulan por la vía pública, lo cual requieren a un conductor. Lo cual el conductor es la persona que opera los controles del mecanismo de dirección y adaptarse a las condiciones del vehículo motorizado. Mientras conducen, reciben información sobre la vía y sus alrededores para que puedan conducir con seguridad.

2.2.2.2. El Vehículo

El vehículo provisto de un motor como su único medio de propulsión, principalmente para el transporte de mercaderías y trasladar personas de un lugar a otro.

A. Clasificación vehicular

Según la Directiva N°002-2006-MTC/15 MTC, Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares (2006) tiene el objetivo de definir los requisitos y características que deben de cumplir para ingresar, registrarse, transitar y operar y salir del sistema nacional de transporte terrestre.

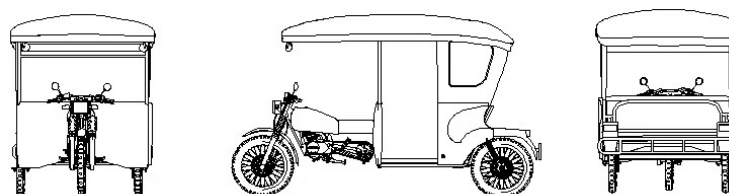
La clasificación vehicular contemplada en la presente directiva se toma en cuenta como base de los vehículos que se registraran en la zona de estudio:

- Categoría L: Son vehículos motorizados con menos de cuatro ruedas y sus clasificaciones se encuentra en la Tabla 1, además de mostrar como ejemplo de vehículo en la Figura 3.

Tabla 1*Clasificación vehicular, Categoría L*

Categorías	Clase o Combinación Especial	Descripción
L1	-	Vehículos de 2 ruedas, de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h.
L2	-	Vehículos de 3 ruedas, de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h.
L3	-	Vehículos de 2 ruedas, de más de 50 cm ³ o velocidad mayor de 50 km/h.
L4	-	Vehículos de 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o una velocidad mayor de 50km/h.
L5	-	Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o una velocidad mayor de 50km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.

Nota. Información de clasificación vehicular según (MTC, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares, 2006, pág. 3).

Figura 3*Trimoto, Vehículo de Categoría L*

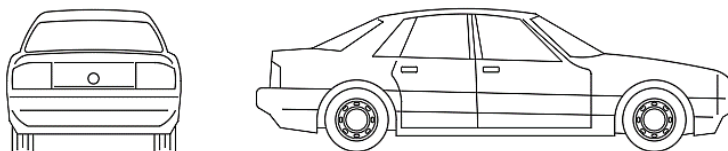
Nota. Ejemplo vehicular motorizado con menor de cuatro ruedas.

- Categoría M: Son vehículos motorizados de cuatro ruedas o más para el transporte de pasajeros y sus clasificaciones se encuentra en la Tabla 2, además de mostrar como ejemplos de vehículos en las Figuras 4 y 5.

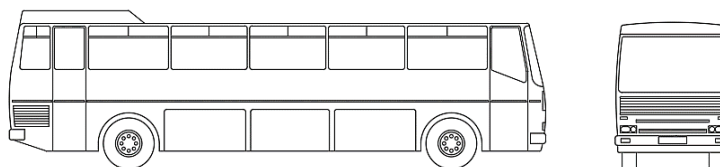
Tabla 2*Clasificación vehicular, Categoría M*

Categorías	Clase o Combinación Especial	Descripción
M1	-	Vehículos de 8 asientos o menos, sin considerar el asiento del conductor.
M2	Clase I, II y III	Vehículos de más de 8 asientos, excluyendo el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
M3	Clase I, II y III	Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

Nota. Información de clasificación vehicular según (MTC, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares, 2006, pág. 3).

Figura 4*Automóvil, Vehículo de Categoría M1*

Nota. Ejemplo vehicular motorizado con cuatro ruedas para transporte de pasajeros menor a 8 asientos.

Figura 5*Autobús, Vehículo de Categoría M2 y M3*

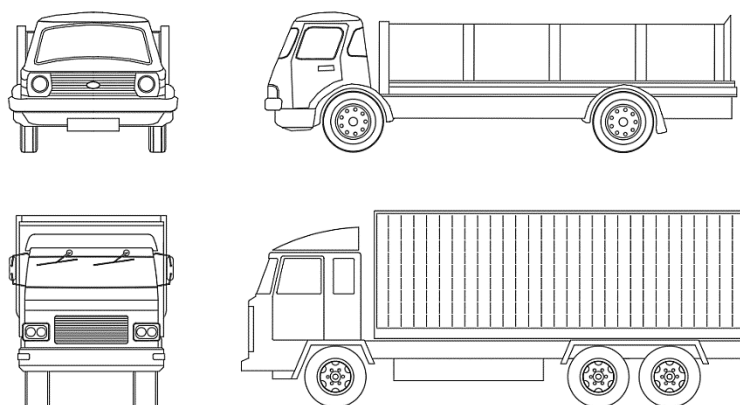
Nota. Ejemplo vehicular motorizado con cuatro ruedas para transporte de pasajeros mayor a 8 asientos.

- Categoría N: Son vehículos motorizados de cuatro ruedas o más para el transporte de mercaderías y sus clasificaciones se encuentra en la Tabla 3, además de mostrar como ejemplo de vehículo en la Figura 6.

Tabla 3*Clasificación Vehicular, Categoría N*

Categorías	Clase o Combinación Especial	Descripción
N1	-	Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
N2	-	Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
N3	-	Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

Nota. Información de clasificación vehicular según (MTC, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares, 2006, pág. 3).

Figura 6*Camiones, Vehículo de Categoría N1, N2 y N3*

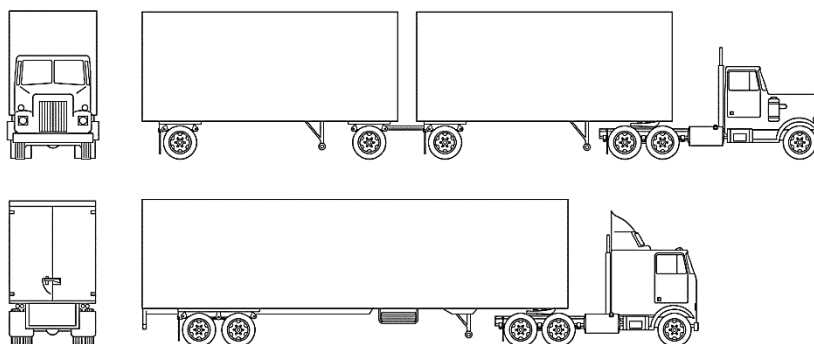
Nota. Ejemplo vehicular motorizado de cuatro ruedas o más con un peso bruto de 3,5 a 12 toneladas.

- Categoría O: Son vehículos motorizados como remolques y semirremolques y sus clasificaciones se encuentra en la Tabla 4, además de mostrar como ejemplo de vehículo en la Figura 7.

Tabla 4*Clasificación Vehicular, Categoría O*

Categorías	Clase o Combinación Especial	Descripción
01	-	Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
02	-	Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
03	-	Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.
04	-	Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Nota. Información de clasificación vehicular según (MTC, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares, 2006, pág. 3).

Figura 7*Remolques, Vehículo de Categoría O*

Nota. Ejemplo de remolques de peso bruto de más de 10 toneladas.

- Combinaciones Especiales: Son vehículos motorizados de varias categorías con una clase especial formando así vehículos especiales y sus clasificaciones se encuentra en la Tabla 5, además de mostrar como ejemplo de vehículo en la Figura 8.

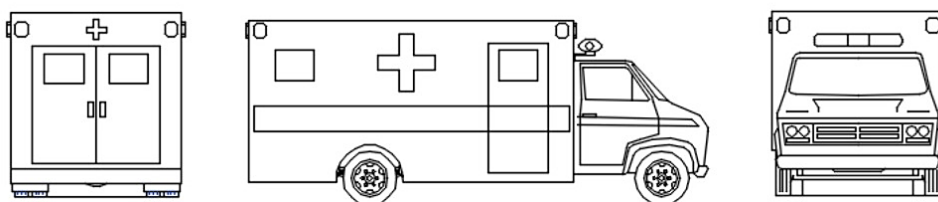
Tabla 5*Clasificación Vehicular, Categoría Especiales*

Categorías	Clase o Combinación Especial	Descripción
M1, M2, M3, N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	SA	Vehículos de casas rodantes.
M3, N1, N2, N3, O2, O3, O4	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores.
M1, M2, N1, N2	SC	Vehículos de ambulancias.
M1, M2, N1, N2	SD	Vehículos funerarios.
M1, M2, M3, N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4	SE	Vehículos de bomberos.
M1, M2, M3, N1, N2, N3	SF	Vehículos celulares.
M2, M3, N1, N2, N3	SG	Vehículos porta tropas.

Nota. Información de clasificación vehicular según (MTC, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares, 2006, pág. 3 y 4).

Figura 8

Ambulancia, Vehículo de Categoría M1SC



Nota. Ejemplo de combinación especial, vehículo de ambulancia.

La clase o combinación especial SA, SB, SC, SD, SE, SF y SG al ser combinados con las categorías al que pertenece, como ejemplo de la Figura 8: El vehículo de categoría M1 junto a la clase SC se designa como M1SC correspondiendo al tipo de carrocería de ambulancia.

2.2.2.3. La Vía

Es el espacio donde tiene lugar el tránsito. Una vía se designa como calle, carretera o camino abierto al público, así como el camino privado utilizados por un grupo indeterminado de usuarios. Por lo cual es importante conocer la infraestructura vial como:

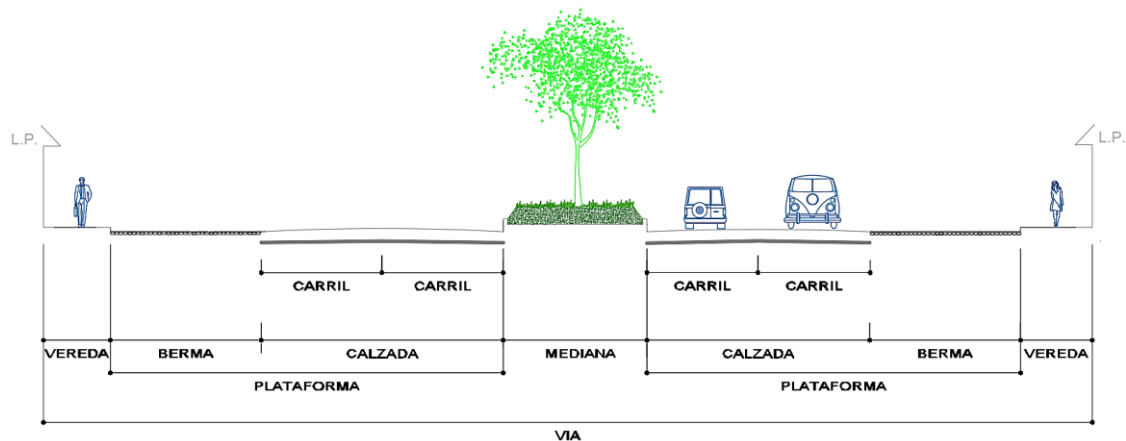
A. Los Elementos de la Vía

La vía se comprende de los siguientes elementos mostrados en la Figura 9 las cuales son:

- Plataforma: Es una zona vial que aglomera la calzada y berma.
- Calzada: Es un tramo de vía destinado al tráfico vehicular y dependiendo del tamaño, se puede constar de uno o más carriles.
- Carril: Es una franja longitudinal que forma parte de la calzada. Si son varios, generalmente se delimitan con señales de tránsito lo suficiente para permitir el paso vehicular.
- Berma: Es una franja longitudinal afirmada, no están destinadas a los vehículos, salvo en circunstancias especiales.
- Vereda: También llamada acera, es un área longitudinal de la calzada, situada en ambos lados de la calzada, cuya finalidad es el paso de peatones.
- Mediana: es una estructura ubicada en el medio de una carretera para separar vías de doble sentido especialmente en carriles opuestos.

Figura 9

Elementos de la vía



B. Clasificación del Sistema Vial Urbano

Las vías urbanas son calles, avenidas, alamedas, jirones o plazas que forman una red interior de comunicaciones, destinados al tráfico urbano.

- Vía Expresa: Establece una conexión entre el sistema vial urbano y sistema interurbano. La vía se utiliza principalmente para el tránsito vehicular de alta velocidad con pocas vías de acceso y sin intersecciones.
- Vía Arterial: Es toda vía pública o parte de ella en la que los vehículos tienen

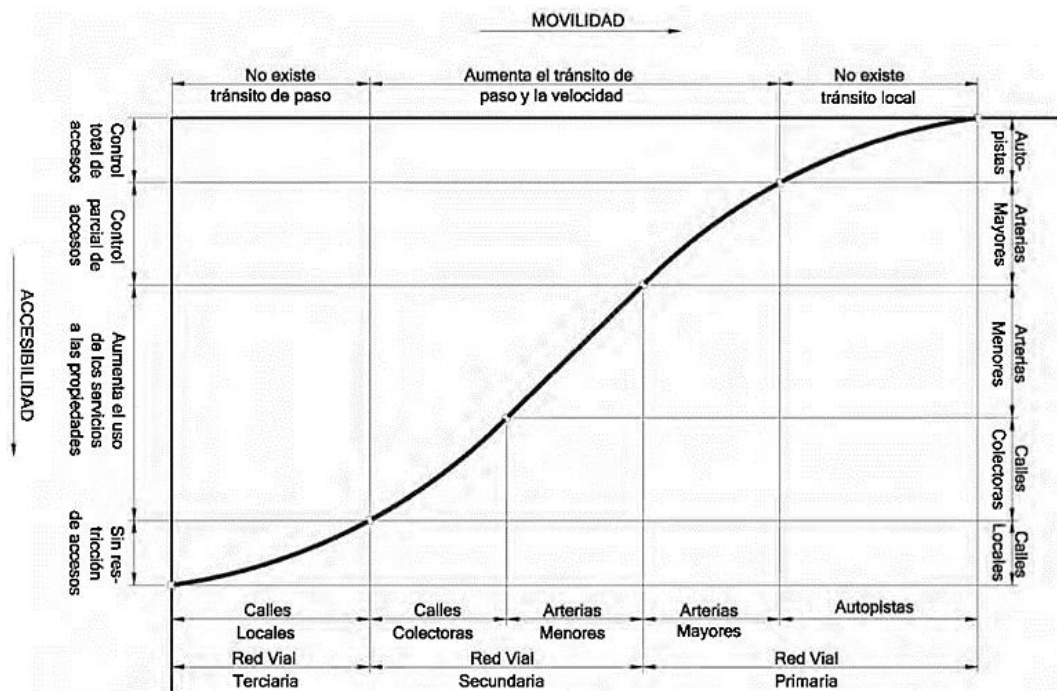
derecho de paso y en la que todos los conductores deben detenerse obligatoriamente antes de entrar a ella. Esta vía está situada con media o alta fluidez y con baja accesibilidad.

- Vía Colectora: Esta vía es ligada a interceptar, coleccionar y distribuir el tránsito entre las vías arteriales y locales, proporcionando la necesidad de entrar o salir a los accesos colindantes.
- Vía Local: Brinda en proveer acceso directo a zonas de poca circulación como residencias, comerciales, entre otro tipo. Además, están conectados a las vías colectoras y/o arteriales.

Las vías del sistema urbano que fueron mencionados se observan en la Figura 10 que muestra la movilidad y accesibilidad del sistema vial urbano y la Figura 11 que muestra las jerarquías del sistema vial.

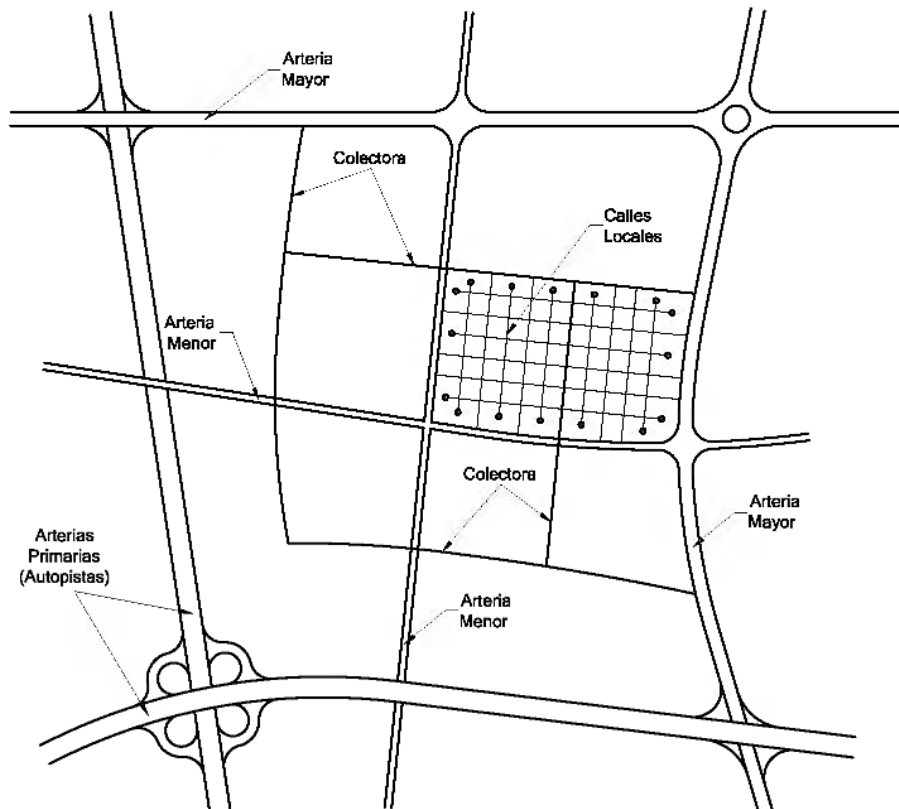
Figura 10

Movilidad y accesibilidad del sistema vial urbano



Nota. La figura muestra la movilidad y accesibilidad del sistema vial urbano.

(Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 113)

Figura 11*Jerarquía del sistema vial urbano*

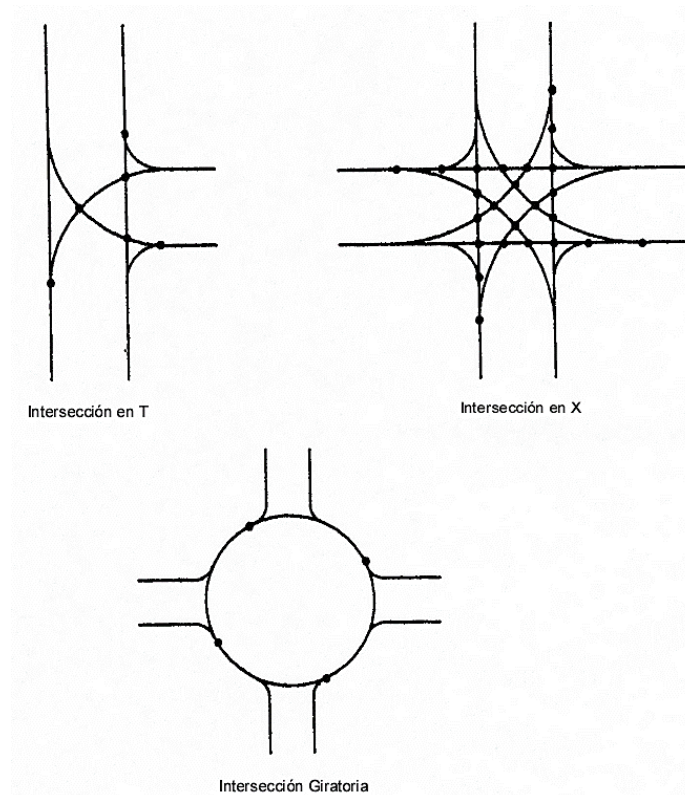
Nota. La figura muestra la jerarquía de un sistema vial urbano. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 114)

2.2.3. Intersección Vial

Una intersección es una parte de un sistema calles y vías existentes, donde los elementos se cruzan y cuya función principal es posibilitar la trayectoria para continuar su ruta.

En las ciudades pobladas, las intersecciones son indispensables para las vías urbanas cuyo objetivo es permitir que los vehículos motorizados y no motorizados continúen con su ruta. Así mismo, las intersecciones provocan la mayor cantidad de colisiones en la red vial ocasionados por los movimientos que realizan los vehículos.

En la siguiente Figura 12 muestra los puntos de conflictos, en la intersección (x o en +) su número de conflicto vehicular es 24, en la intersección en T es 6 y, en la glorieta giratoria es 4.

Figura 12*Intersecciones y puntos de conflicto*

Nota. La figura muestra los tipos de intersecciones y sus puntos de conflicto. (OGDEN, 1997)



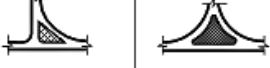










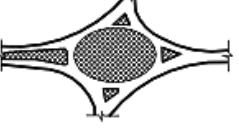
Los tipos de intersecciones viales son a nivel y desnivel, lo que requiere una adecuada infraestructura para que pueda soportar el tránsito vehicular.

2.2.3.1. Intersección Vial a Nivel

Esta intersección permite un cruce de 2 o más vías, que tienen área compartidas como la calzada, por la que los vehículos hacen sus cambios de ruta, como se aprecia en la Figura 13.

Figura 13

Tipos de intersección a nivel

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCIÓN EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCIÓN EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES		EN ESTRELLA 		ROTONDA 	

Nota. Variedad de tipos de intersección a nivel. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG - 2018), pág. 217)

2.2.3.2. Intersección Vial a Desnivel

Esta intersección permite un cruce de 2 o más vías en diferentes niveles, para garantizar que los vehículos puedan realizar los cambios de ruta de una vía a otra, con un bajo punto de conflicto vehicular, como se aprecia en la Figura 14.

Figura 14*Tipos de intersección a desnivel*

DE CUATROS RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACIÓN		CON CONDICIÓN PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TRÉBOL COMPLETO	DIAMANTES	TRÉBOL PARCIAL		

Nota. Variedad de tipos de intersección a desnivel. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG - 2018), pág. 247)

2.2.4. Semaforización

2.2.4.1. Semáforos

Los semáforos son dispositivos que regulan y controlan el flujo de tránsito, que se encargan de distribuir los diversos movimientos de conflicto mediante las emisiones de luces de colores como el verde, el amarillo y el rojo durante un tiempo periódico permitiendo un orden de circulación vehicular.

El verde permite el paso de la circulación vehicular o peatonal, el amarillo o ámbar indica el paso o parada del vehículo y el rojo indica parar la circulación en un tiempo periódico.

2.2.4.2. Semáforos para Vehículos

Los semáforos para vehículos se clasifican se clasifican:

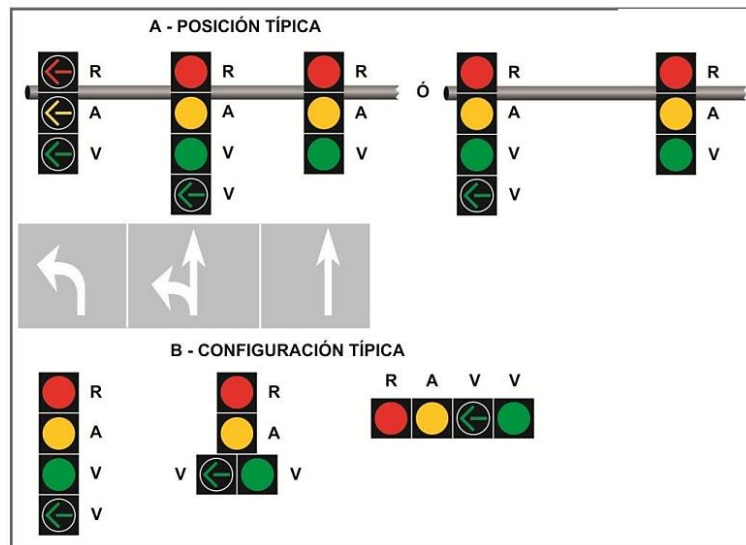
- Semáforos fijos o presincronizados: Son programaciones que consta de intervalos y secuencia predispuesto, no estimulado por el tránsito vehicular.
- Semáforos sincronizados: Cuenta una sincronización para todos los accesos de una intersección, enlazado a la demanda de flujo vehicular, teniendo detectores de los usuarios para ser activados.
- Semáforos adaptados: Conocidos también semáforos inteligentes, cuya función

es ajustar los accesos de una intersección de manera continua y automática, de acuerdo a la información recolectada y llevada a una estación central.

Los indicadores de semáforos para vehículos más comunes en la ciudad se pueden observar en la Figura 15 y 16.

Figura 15

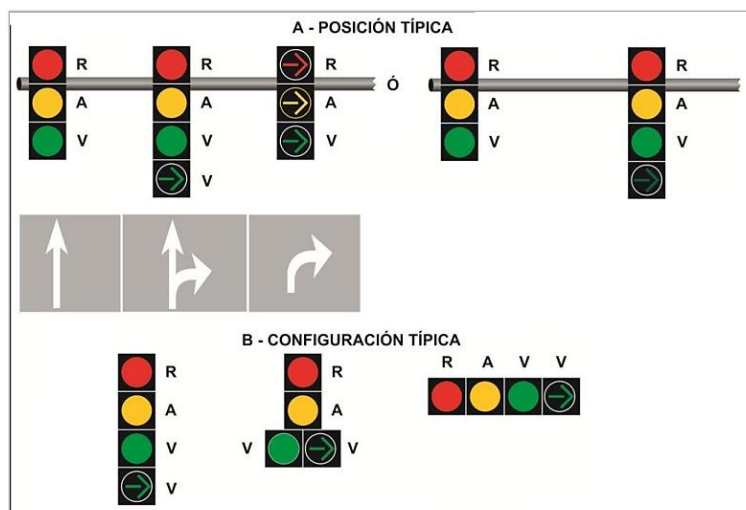
Indicadores de semáforos en una intersección con giro a la izquierda



Nota. Ejemplos de disposición de los indicadores de semáforos con giro a la izquierda según: (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Transito, 2016, pág. 392)

Figura 16

Indicadores de semáforos en una intersección con giro a la derecha



Nota. Ejemplos de disposición de los indicadores de semáforos con giro a la derecha según: (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Transito, 2016, pág. 394)

2.2.5. Flujo Vehicular

Los tipos de flujo son:

- Flujo continuo: Las vías de flujo continuos no tienen elementos fijos que sean obstáculo al volumen de tránsito y que provoquen interrupciones, tales como semáforos, altos, etc.
- Flujo discontinuo: Las vías de flujo discontinuo tienen elementos fijos que provocan la interrupción del tráfico de manera periódica. Estos elementos son: semáforos, señales de alto, y otros tipos de control. Estos mecanismos producen paradas del tránsito, indiferente de la cantidad de vehículos que existe.

2.2.6. Nivel de Servicio (LOS)

Es una medida cualitativa usada para describir las condiciones del flujo de tránsito, los cuales cuantifican un nivel de servicio y se utiliza a menudo como límite de tolerancia de acuerdo a sus factores de velocidad, de maniobras y de seguridad.

Al igual que el HCM (2010) y el PTV Vissim establecen 6 niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van de bueno a malo. A continuación, se describe lo siguiente:

- Nivel de Servicio A: Presenta circulación libre y fluida. Los vehículos transitan cómodamente en la vía sin restricciones en la libertad de maniobras. El nivel de comodidad en la circulación vial es excelente. Se muestra en la Figura 17.

Figura 17

Nivel de servicio A



Nota. Figura de Nivel de Servicio A. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404)

- Nivel de Servicio B: Presenta circulación estable y fluida. La libertad de maniobras disminuye poco en los vehículos que transitan en la vía. El nivel de comodidad y conveniencia influyen en el comportamiento para cada individuo. Se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Nivel de servicio B



Nota. Figura de Nivel de Servicio B. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404)

- Nivel de Servicio C: Presenta circulación estable. La interacción de los usuarios empieza a aumentar, además la libertad de maniobras empieza a ser restringida. El nivel de comodidad desciende significativamente. Se muestra en la Figura 19.

Figura 19

Nivel de servicio C



Nota. Figura de Nivel de Servicio C. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404)

- Nivel de Servicio D: Presenta circulación inestable. La libertad de maniobras será restringida al igual que la velocidad generando ocasionalmente problemas de tránsito. El nivel de comodidad es bajo. Se muestra en la Figura 20.

Figura 20

Nivel de servicio D



Nota. Figura de Nivel de Servicio D. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404)

- Nivel de Servicio E: Presenta que está cerca o llega a su límite de su capacidad. El nivel de comodidad es sumamente bajo, siendo que la libertad de maniobras sea aún más restringida. Se muestra en la Figura 21.

Figura 21

Nivel de servicio E



Nota. Figura de Nivel de Servicio E. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404)

- Nivel de Servicio F: Presenta circulación forzada. se debe a que la cantidad de tránsito excede la cantidad que puede pasar por ella, produciendo tiempos de espera, colas y arranques inestables. Se muestra en la Figura 22.

Figura 22

Nivel de servicio F



Nota. Figura de Nivel de Servicio F. (Ingeniería de tránsito 9ª edición, pág. 404)

2.2.7. Vissim

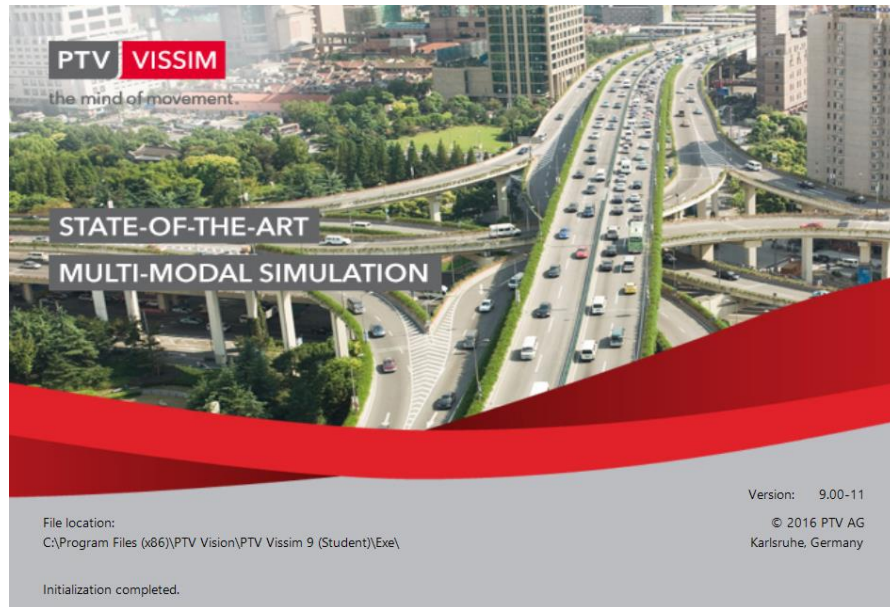
2.2.7.1. Vissim: Software de Microsimulación

PTV Vissim es un software líder en todo el mundo en la simulación microscópica que permite modelar un flujo de tráfico vehicular basado en el tiempo y el comportamiento del conductor. El software analiza el comportamiento del transporte en diferentes condiciones, consagrándose como implemento indispensable en la ingeniería de tránsito. El software también puede ser usado para el diseño y evaluación de intersecciones, análisis de mejora de tránsito, cálculo de emisiones en el medio ambiente, implementación y coordinación de obras y estudios de impacto vial. (PTV GROUP, 2023)

Se puede apreciar la ventana de inicio cuando carga del software al momento de abrir y poder utilizarlo, como se observa en la Figura 23.

Figura 23

Ventana de inicio del PTV Vissim



Nota. Vista de la ventana de encendido del programa PTV Vissim V 9.00 (Versión Estudiantil). (PTV VISSIM, 2016)

2.2.7.2. Antecedentes de Vissim

- Vissim fue desarrollado en el año 1992, por la empresa Planung Transport Verkehr (PTV) AG en Karlsruhe, Alemania. (PTV GROUP, 2023)
- Vissim es una abreviatura de “Verkehr In Städten - Simulation” que en español se traduce “Simulación de Tránsito en las ciudades”. (PTV GROUP, 2023)
- Permite hacer el análisis del tráfico en los tres niveles de detalle: macroscópico, mesoscópico y microscópico. (PTV GROUP, 2023)

2.2.8. Modelos de Simulación del Tráfico

Es una representación de un sistema de transporte en varios niveles y escalas de forma simplificada, y tiene el objetivo de demostrar, explicar y comprender el sistema fácilmente.

La clasificación presente se indica en la Figura 24, donde el intercambio de datos ocurre entre diferentes niveles de modelado para promover la coherencia analítica, dada su naturaleza, nivel de aleatoriedad y el nivel de detalle.

Figura 24*Modelos de tráfico***2.2.8.1. Por su Naturaleza****A. Modelo Continuo:**

Se caracteriza por el uso de ecuaciones matemáticas para estudiar y aplicar el cambio constante de varios elementos en tiempo, espacio y velocidad. Esto se debe a que diferentes vehículos se mueven y cambian de posición y velocidad.

B. Modelo Discreto:

Se basa en un diseño de simulación que tiene en cuenta los cambios en las variables en los intervalos de tiempo y espacio. Está relacionado con el patrón del flujo de tráfico en la vía, donde se cambia la velocidad del vehículo ya sea aumentar, disminuir o mantener una determinada velocidad.

2.2.8.2. Por su Nivel de Aleatoriedad**A. Modelo Determinístico:**

Se basan en estudios analíticos en los que sus datos son definitivos y únicos sin cambiar con relación al tiempo. El modelo analiza y se utiliza cuando las condiciones del tráfico son fáciles para la toma de decisiones.

B. Modelo Estocástico:

Es lo contrario al modelo determinístico, debido a que los elementos son desconocidos sin antelación, dando múltiples respuestas al estudio ya sea probabilística o estadística. Estos resultados nos permiten acercarnos a la realidad del comportamiento de un sistema.

2.2.8.3. Por su Nivel de Detalle

A. Modelo Macroscópico:

Representa el flujo Vehicular de manera genérica, continua y a gran escala debido a que el nivel de detalle es amplio. Este modelo no considera los detalles individuales involucrados (vehículo y conductor), siendo su mayor debilidad; por otro lado, los resultados son entregados a corto plazo, esto significa menos tiempo de análisis.

B. Modelo Mesoscópico:

Comparte características de los modelos macroscópico y microscópicos. Este modelo se basa en una agrupación reducida de vehículos como uno solo, pero separa características, como el giro y el tiempo, sin considerar la conducta y decisiones de los conductores y peatones.

C. Modelo Microscópico:

El modelo estudia y analiza de forma independiente el comportamiento de cada individuo involucrado (vehículo y conductor). Este modelo ayuda a tomar decisiones más específicas sobre la velocidad y posición de los vehículos en un determinado intervalo de tiempo.

Se observa en la Figura 25 los modelos de tráfico por su nivel de detalle en una vía de la zona de estudio.

Figura 25

Modelos de tráfico por su nivel de detalle



Nota. Modelo de tráfico por su nivel de detalle en la Av. Jorge Basadre Grohmann.

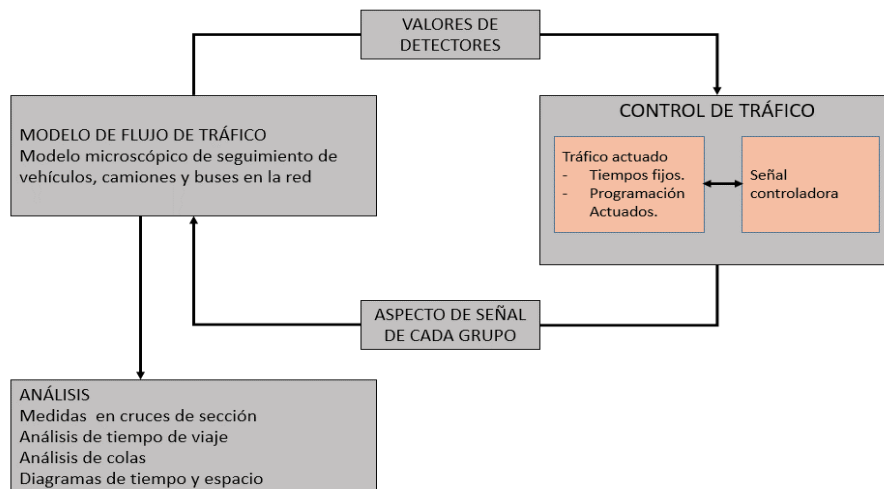
2.2.9. Microsimulación del Tráfico

2.2.9.1. Bases de Funcionamiento de Microsimulación

El software de microsimulación está ligado a los parámetros psicofísicos de seguimiento vehicular de Wiedemann 74 y el modelo de cambio de carril. Además, en la Figura 26 se observa su arquitectura que consta de 2 modelos, el de flujo de tráfico y el de control de tráfico.

Figura 26

División de arquitectura del PTV Vissim



Nota. Esquema adaptado sobre la división de arquitectura del software PTV Vissim. (PTV VISSIM, 2016)

El modelo de flujo de tráfico le permite animar el movimiento de los vehículos en circulación. Mientras que el modelo de control de tráfico, le permite generar archivos de salida como longitud de colas y tiempos de viaje.

A. Componentes de la Microsimulación:

La microsimulación tiene dos tipos de componentes:

- Componentes estáticos: Se establece en el área de influencia con precisión la escena deseada a simular y se mantiene constante a lo largo de la simulación. Sus componentes vienen a ser los conectores y links, que son de vital importancia para representar el sistema de tráfico en casos de una intersección.
- Componentes dinámicos: Definen las interacciones entre los diferentes componentes del proyecto. Estos componentes vienen a ser los semáforos.

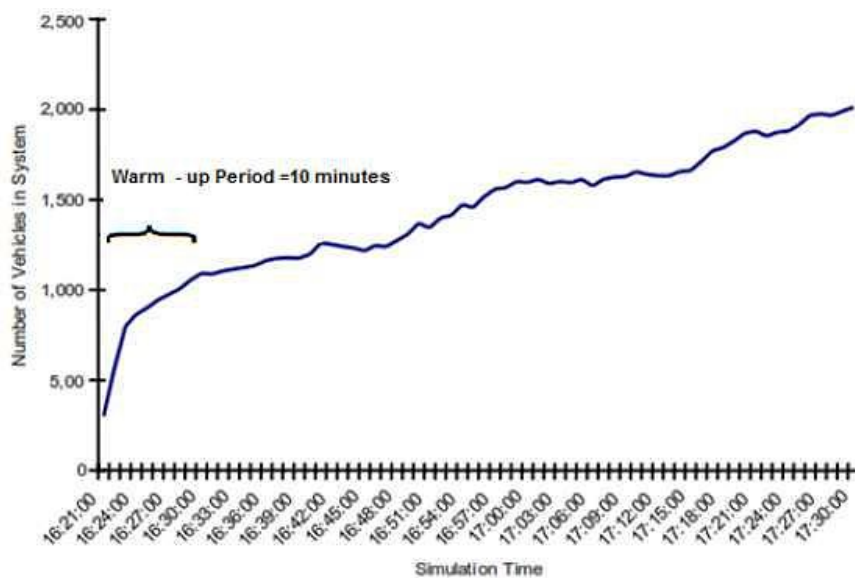
B. Warm Up (Tiempo de Estabilidad):

El software de microsimulación tiene otro aspecto importante que se tiene en cuenta llamado “Warm Up”, que se refiere al tiempo de calentamiento o estabilización en que el software equilibre la cantidad de vehículos al comienzo de la simulación, donde aún no hay presencia de vehículos en la vía. La Administración Federal de Carreteras FHWA (2004) ha declarado en su investigación que el tiempo de estabilización indicado corresponderá a un mínimo de 10 minutos de simulación, para así pueda comenzar recopilando información y análisis estadístico de los resultados.

En la Figura 27 extraída de FHWA (2014) se presenta al tiempo de no estabilización, que compara el ingreso de vehículos vs el tiempo, mientras la Figura 28 representa la estabilización hasta el momento la curva es constante (horizontal). El intervalo de tiempo es el “Warm Up”.

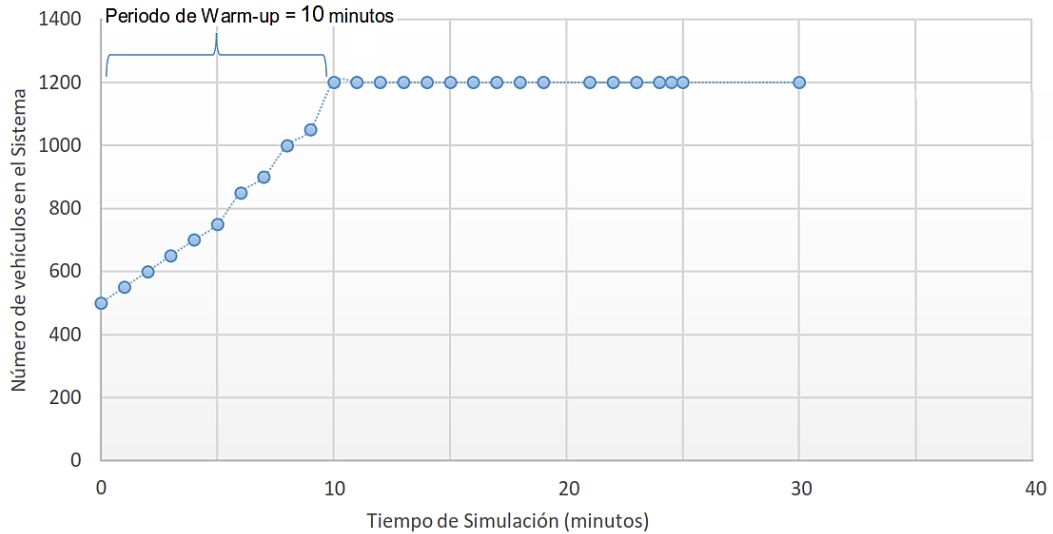
Figura 27

Gráfico de Warm Up no estabilizada



Source: I-680/I-580 Interchange Microsimulation Model, Dowling Associates, 2002

Nota. Modelo del tiempo no estabilizado “Warm Up”, de acuerdo con: (FHWA, 2004)

Figura 28*Gráfico de Warm Up estabilizada*

Nota. Modelo del tiempo estabilizado “Warm Up”

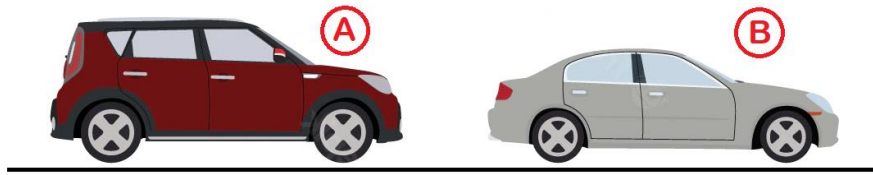
2.2.9.2. Modelos de Seguimiento Vehicular

A. Modelo de Wiedemann 1974

Este modelo es usado en el software PTV Vissim, se basa en parámetros psicofísicos del conductor por Wiedermann en 1974, las cual son la percepción y a la reacción de diferentes situaciones de tráfico. Su área de estudio es aplicada en las calles de la zona urbana.

El modelo planteado se entiende como el comportamiento cambiante del dos conductores en diferentes situaciones en el mismo carril uno detrás del otro, estimado por las funciones de distribución de comportamiento, velocidad, distancia, tiempo y espacio. El algoritmo de Wiedemann se basa en suponer que el conductor puede estar en una de las áreas correspondientes a los modelos de seguimiento.

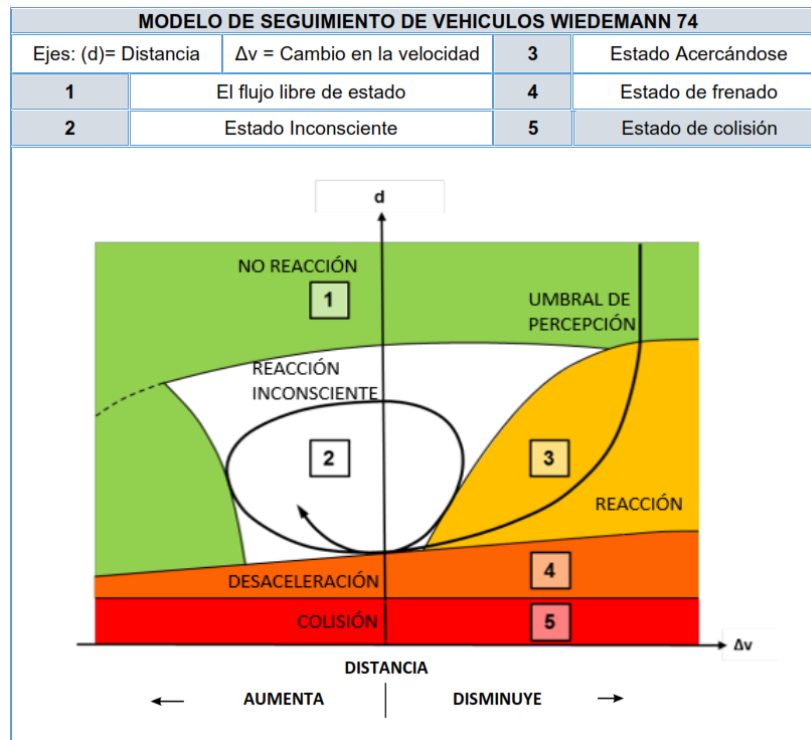
Considerando la Figura 29, nos da como ejemplo donde los períodos en que el vehículo "A" (líder) tiene una velocidad superior que el vehículo "B" (seguidor), en que ambos viajan en la misma dirección. La Figura 30 se muestra el modelo de seguimiento descrito por el software PTV Vissim.

Figura 29*Modelo gráfico de vehículo A y B*

- Área de Conducción libre: La primera etapa, el vehículo seguidor "A" está detrás de cualquier punto con su propia velocidad sin afectar al vehículo líder "B", sin tener interacción entre ambos.
- Área de Aproximación: La segunda etapa, el vehículo seguidor nota el vehículo seguidor líder delante de él. El seguidor nota al acercarse al vehículo que le precede, reaccionando a frenar de manera que la diferencia de velocidad entre ambos vehículos tiende a cero cuando alcanza una distancia que considera segura.
- Área de Seguimiento: La tercera etapa, el seguidor "A" comience a interactuar con el líder "B", manteniendo y acompañando una velocidad constante con el líder "B". En esta etapa, el seguidor "A" mantiene una distancia segura del líder "B", esta distancia dependerá de su juicio y experiencia del conductor del vehículo "A".
- Área de Frenado: Justo esta fase se activa cuando la distancia de seguridad no es suficiente, en función de la percepción del conductor del vehículo seguidor. Si este caso sucede se reanuda de nuevo el área de aproximación, ralentizando.
- Área de Colisión: Esta es la etapa final de la investigación, no vale la pena llegar, porque su evidencia física sería una colisión entre ambos vehículos.

Figura 30

Modelo de seguimiento vehicular Wiedemann 74



Nota. Modelo de seguimiento vehicular Wiedemann (PTV VISSIM, 2016, pág. 33)

B. Modelo de Distancia Segura (Gipps)

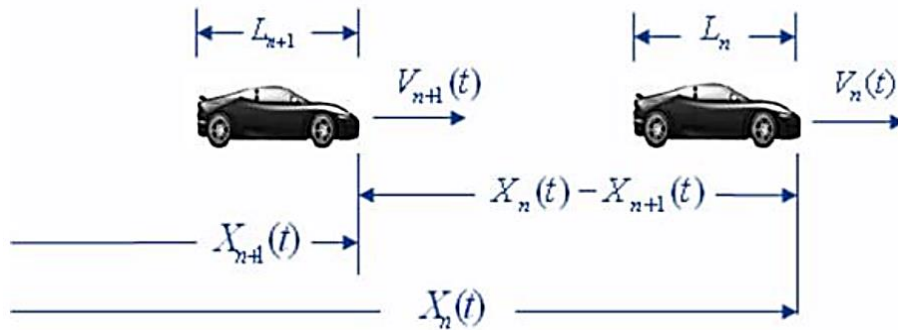
Propuesto por Gipps en 1981 y relaciona los parámetros del conductor y el vehículo; que corresponde a la velocidad y aceleración para determinar la distancia segura que el vehículo puede recorrer con respecto al líder correspondiente, la cual el vehículo de adelante regulará su velocidad dependiendo la distancia que el vehículo considere seguro, tomando en cuenta las siguientes restricciones.

- El conductor del vehículo no debe exceder la velocidad deseada.
- El vehículo acelera hasta lograr una velocidad proporcional, hasta que comienza a descender la aceleración y se hace cero cuando llega a una velocidad deseada.
- Área de Colisión: Esta es la etapa final de la investigación, no vale la pena llegar, porque su evidencia física sería una colisión entre los vehículos, el líder y del seguidor.
- Cuando la distancia entre vehículos es muy corta, se rige a la conducta del vehículo seguidor, a medida que baja la velocidad. Se comprende que el seguidor manejará a una velocidad para mantener la distancia segura.

Para entender la distancia entre dos vehículos (líder y seguidor) conforma el modelo de Gipps, es conveniente comprender la siguiente Figura 31:

Figura 31

Modelo de Gipps



Nota. Modelo de seguimiento vehicular Gipps, Adaptado por: (Flores Hernández & Vargas Amaya, 2019, pág. 24)

l_{n+1}	: Largo del vehículo $n + 1$
$V_{n+1}(t)$: Velocidad del vehículo $n + 1$ en un instante t
$X_{n+1}(t)$: Posición del vehículo $n + 1$ en un instante t
L_n	: Largo del vehículo n
V_n	: Velocidad del vehículo n en un instante de tiempo t
$X_n(t)$: Posición del vehículo n en un instante de tiempo t

Este modelo se explica mediante dos expresiones matemáticas:

El primero describe la velocidad que alcanza el vehículo cuando percibe su movimiento debido al vehículo líder, como se muestra en la siguiente ecuación (1) para el caso de conducción libre, Adaptado por: (Verdugo Romero, 2018, pág. 68).

$$V_{n+1}(t + T) = d_{n+1} + \sqrt{d_{n+1}^2 * T - d_{n+1} \left[2 * \{X_n(t) - S_n - X_{n+1}(t)\} - V_{n+1}(t) * T - \left(\frac{V_n^2(t)}{d_n} \right) \right]} \quad (1)$$

$V_{n+1}(t + T)$: Velocidad del vehículo n+1 para el instante $(t + T)$
$V_{n+1}(t)$: Velocidad del vehículo n+1 en el instante t .
V_n	: Velocidad deseada del vehículo n .
$X_{n+1}(t)$: Posición del vehículo n+1 en el instante t .
$X_n(t)$: Posición del vehículo n en el instante de tiempo t .

- d_{n+1} : Máxima desaceleración que puede aplicar el conductor del vehículo siguiente.
 d_n : Máxima desaceleración del vehículo n.
 S_n : Tamaño efectivo del vehículo n (Largo del vehículo) más la distancia de seguridad.
 T : Tiempo de reacción del conductor o intervalo de simulación.

El segundo describe el estado en que el vehículo líder está muy lejos y prácticamente no hay ningún vehículo de seguimiento a partir del cual determinar su velocidad, como se muestra en la siguiente ecuación (2) para el caso de seguimiento de vehículos, Adaptado por: (Verdugo Romero, 2018, pág. 67).

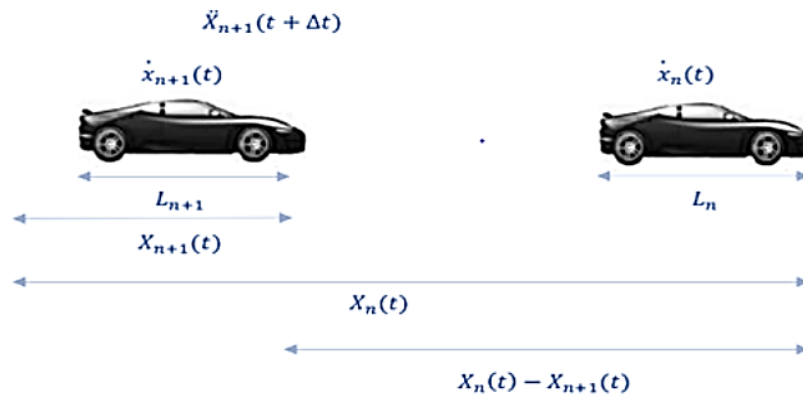
$$V_{n+1}(t + T) = V_{n+1}(t) + 2.5a_{n+1} * T * \left(1 - \frac{V_{n+1}(t)}{V_{n+1}^*}\right) * \sqrt{0.025 + \left(\frac{V_{n+1}(t)}{V_{n+1}^*}\right)} \quad (2)$$

- $V_{n+1}(t + T)$: Velocidad del vehículo n+1 para el instante $(t + T)$
 $V_{n+1}(t)$: Velocidad del vehículo n+1 en el instante t.
 V_{n+1}^* : Velocidad deseada por el conductor del vehículo n+1.
 a_{n+1} : Máxima aceleración del vehículo n+1.
 T : Tiempo de reacción del conductor o intervalo de simulación.

C. Modelo de la General Motors

Investigado y propuesto por General Motor una empresa estadounidense por los años 50; Este modelo parte como punto de partida en analizar la interacción de dos conductores a través de: "respuesta del seguidor = sensibilidad x estímulo". Además de responder a un tercer vehículo.

A continuación, se presenta el modelo de manera grafica de la Figura 32:

Figura 32*Modelo de General motor*

Nota. Modelo de la general motors, Adaptado por: (Flores Hernández & Vargas Amaya, 2019, pág. 23)

n	: Vehículo líder
$n + 1$: Vehículo seguidor
L_n	: Medida del vehículo líder
L_{n+1}	: Medida del vehículo seguidor
X_n	: Posición del vehículo líder
X_{n+1}	: Posición del vehículo seguidor
\dot{X}_n	: Velocidad del vehículo líder
\dot{X}_{n+1}	: Velocidad del vehículo seguidor
\ddot{X}_{n+1}	: Aceleración/Desaceleración del vehículo seguidor
t	: Variable que representa el tiempo
$t + \Delta t$: Variación del tiempo en la iteración

Y esto da una expresión matemática en relación entre la susceptibilidad del conductor y la presencia de otro vehículo, contenida en la siguiente ecuación (3) de general motor Adaptado por: (Alcalá Ramos, 2016, pág. 16)

$$(t + T) = (T) * (t) \quad (3)$$

$t + T$: Velocidad del vehículo n+1 para el instante (t+T).
T	: Velocidad del vehículo n+1 en el instante t.
t	: Velocidad deseada por el conductor del vehículo n+1.

2.2.9.3. Modelos de Cambio de Carril

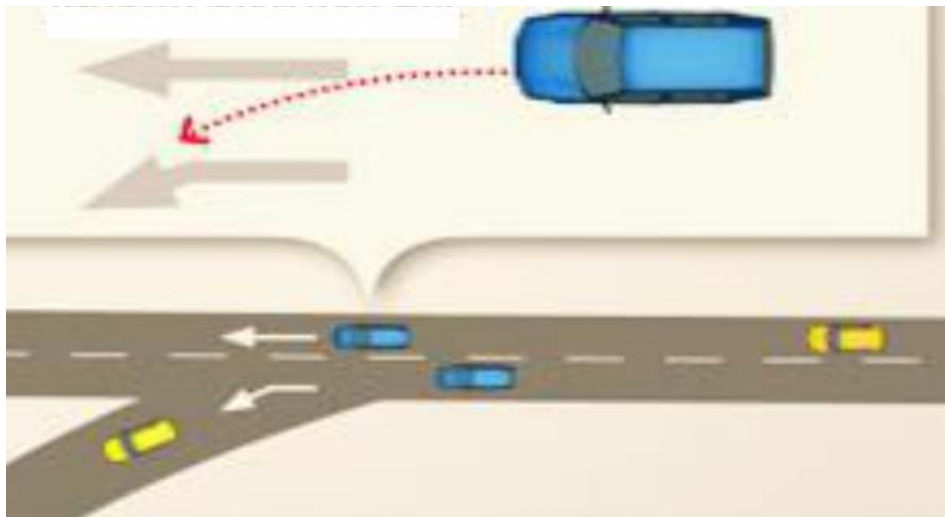
En base a lo establecido por Wiedemann, este modelo estudia la conducta del conductor cuando adelanta el vehículo frente a otro. Esta maniobra de adelantar está asociada a maniobras de aceleración y desaceleración en busca de seguir su trayectoria.

A. Cambio de Carril Necesario

Se realiza en vías de doble sentido con una salida, debido a la necesidad del conductor de continuar la ruta prevista, manteniendo el principio de desaceleración y una distancia prudente, tal como se observa en la Figura 33.

Figura 33

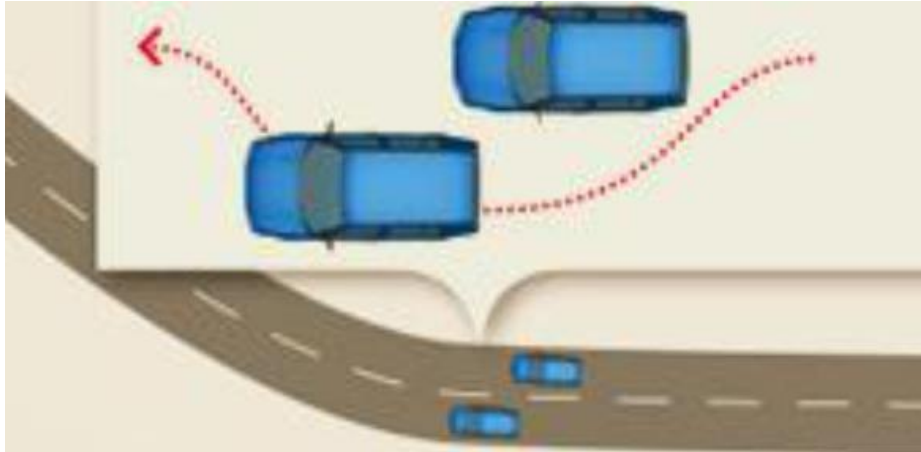
Cambio de carril necesario



Nota. Se muestra la desaceleración del vehículo para cambiar de carril.
(PTV VISSIM, 2016)

B. Cambio de Carril Libre

Ocurre sustancialmente en autopistas o vías con más de dos carriles y se clasifica por límites de velocidad, en este caso el vehículo de atrás puede cambiar de carril aumentando su velocidad sin afectar al otro y respetando una distancia segura, tal como se observa en la Figura 34.

Figura 34*Cambio de carril libre*

Nota. Se muestra que el vehículo de atrás es libre para el cambio de carril sin afectar a otros. (PTV VISSIM, 2016)

2.2.9.4. Sistema de Control de Tráfico

El Vissim usa un análisis de control de tráfico a nivel microscópico a la intersección de estudio, teniendo en cuenta el análisis de circulación en la red vial como velocidad, longitud de cola, tiempos y demoras, esta puede ser una intersección semaforizada y no semaforizada.

A. Intersección Semaforizada

Esta intersección es controlada por un semáforo que provee el flujo del tránsito mediante las señales de control que son el rojo, el ámbar y el verde.

B. Intersección No Semaforizada

Esta intersección utiliza todas las circunstancias en que los vehículos transitan en las vías sin contar un semáforo que ayude a controlar el tránsito.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Tráfico

Es el efecto causado por la circulación de personas y vehículos en un espacio dado que ocasiona de misma manera la congestión vehicular en una vía. (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.2. Congestión Vehicular

Esto se refiere a una situación en que las carreteras se congestionan debido a la demanda vehicular, lo que genera un aumento en tiempo de viaje y la congestión del tráfico. Esto se origina a las horas punta u horas pico. (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.3. Capacidad Vial

Es el número máximo de vehículos que pueden cruzar un punto o incluso un tramo de vía en cualquier dirección en un período de tiempo determinado según las condiciones de la carretera y del tráfico. (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.4. Sección Vial

Es la representación gráfica de una vía, como andenes, calzadas, ciclovías, o ciclorrutas, separadores, zonas verdes, y aquellos que componen su amoblamiento. (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.5. Flujo Vehicular

Se establece al número de vehículos que transitan en un punto dado de un intervalo de tiempo que pueden definirse desde un flujo fluido hasta congestionado. La unidad se definida en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s), también expresada en vehículos por hora (veh/h). (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.6. Velocidad

La velocidad es establece en relación al espacio recorrido y el tiempo que tarda en recorrer una distancia. Es decir, para un vehículo expresa su movimiento en kilómetros por hora (km/h). (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.7. Conteo o Aforo Vehicular

Consta del conteo vehicular y sus tipos en horas punta, para especificar el volumen de tránsito sea en un carriles o intersecciones las cuales se hacen de forma manual o automática, dichos volúmenes se refieren a una unidad de tiempo y se expresan en minutos, horas, días, años, etc. (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.8. Ciclos Semafóricos

Es responsable de distribuir varios movimientos de conflicto de los vehículos en tiempos periódicos de las secuencias de maniobra vehiculares ya sea recta o en giro en intersecciones, cruces, etc. (Ingeniería de tránsito 9ª edición)

2.3.9. Longitud de colas

Conocido también como teoría de las colas, cuya función es estudiar la longitud de colas en unidad de medida (m) e identificar si la cola es demasiado grande o no para determinar la congestión de un circuito vial. (PTV VISSIM, 2016)

2.3.10. Microsimulación

La microsimulación o simulación microscópica es una herramienta usada en modelos de flujo de tránsito multimodal la cual observa el movimiento de distintos vehículos y redes de tráfico, proporcionando diferentes condiciones y escenarios antes de la implementación final. (PTV VISSIM, 2016)

2.3.11. Vissim

Es un software de microsimulación de tráfico urbano desarrollado por PTV Group, todo esto es un modelo integrado que proporciona un resultado realista. (PTV VISSIM, 2016)

2.3.12. Niveles de Servicio (LOS)

Es un indicador cualitativo que define las condiciones de operación del flujo vehicular tales como velocidad, tiempo de viaje y maniobras, y se clasifican de las siguientes categorías; A, B, C, D, E, F. (PTV VISSIM, 2016)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación realizada en la presente tesis es de tipo aplicada, teniendo como objetivo estudiar y determinar el problema, aplicando el uso del software PTV Vissim y determinar las condiciones en que se encuentra.

3.1.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se define al nivel aplicativo que requiere realizar una evaluación y soluciones del problema, por ello fue indispensable realizar visitas a campo y la recopilación de datos que interviene las unidades de estudio para lograr un resultado positivo por medio del software PTV Vissim.

3.2. Acciones y Actividades

3.2.1. Acciones

Las acciones para elaborar la tesis se tuvieron que realizar la siguiente manera:

- Se analizó la zona de estudio donde este representaría un flujo vehicular considerable y realizar el análisis vehicular para determinar soluciones posibles. Para ello la zona de estudio debe contar con estas características: presencia de colas y demora, fases de semaforización, intersecciones semaforizadas y características geometrías de la vía a simple vista.
- Después del análisis de la zona de estudio, se procedió a realizar la toma de datos de campo para poder procesarla y analizar las dos intersecciones de estudio. Los datos tomados en campo fueron: tiempo de semaforización, conteo vehicular, medición de las geometrías de la vía, identificación de vehículos y sus giros, entre otros.
- Luego de recolectar los datos, se procedió a revisar los datos en el gabinete para procesar y determinar las horas pico en la que había gran presencia de flujo vehicular.
- Culminando el procesamiento de datos se realizó el diseño y modelado del ambiente en el software PTV Vissim que nos ayudara a representar el flujo vehicular real y asimismo saber los niveles de servicio que presentan en cada

intersección.

- Para finalizar se evalúa las propuestas de alternativas que ayuden a mejorar el flujo vehicular existente.

3.2.2. Actividades Realizadas

3.2.2.1. Localización e Identificación de Accesos

La zona de estudio comprende de dos intersecciones la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann y Av. Industrial tramo Av. Patricio Meléndez.

Estas intersecciones son una de las principales vías en las que circulan los vehículos, principalmente la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann debido a que cuenta con accesos comerciales y un flujo vehicular por donde transitan los vehículos para dirigirse al colegio, centro de trabajo, etc.

La identificación de estaciones se definió en las mismas intersecciones de estudio, debido a que el conteo vehicular se realizará mediante la grabación de videos y en cada intersección cuenta con puntos de control de acuerdo a los semáforos ubicados en la zona de estudio. Se muestra su distribución en la Tabla 6 y la Figura 35.

Tabla 6

Intersecciones y accesos

Intersección	Acceso	Avenida	Sentido
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1)	O - E
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2)	E - O
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1)	S - N
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2)	N - S
	ED 5	Av. Industrial (1)	O - E
	ED 6	Av. Industrial (2)	E - O
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3)	S - N

Nota. Los accesos y los sentidos de circulación que representa las avenidas.

Figura 35*Intersecciones y accesos*

Nota. Identificación de accesos desde la vista satelital.

3.2.2.2. Recolección de Datos Geométricos

Mediante la inspección de la zona de estudio se identificó el número de carriles y las maniobras por cada acceso como se muestra su distribución en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7*Accesos y Nro. de carriles*

Intersección	Acceso	Avenida	Nro. de Carriles
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1)	3
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2)	3
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1)	2
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2)	2
	ED 5	Av. Industrial (1)	2
	ED 6	Av. Industrial (2)	2
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3)	2

Nota. Los accesos y los números de carriles que tiene cada acceso.

Tabla 8

Accesos y Nro. de giros

Intersección	Acceso	Avenida	Nro. De Giros
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1)	2
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2)	3
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1)	3
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2)	2
	ED 5	Av. Industrial (1)	2
	ED 6	Av. Industrial (2)	2
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3)	2

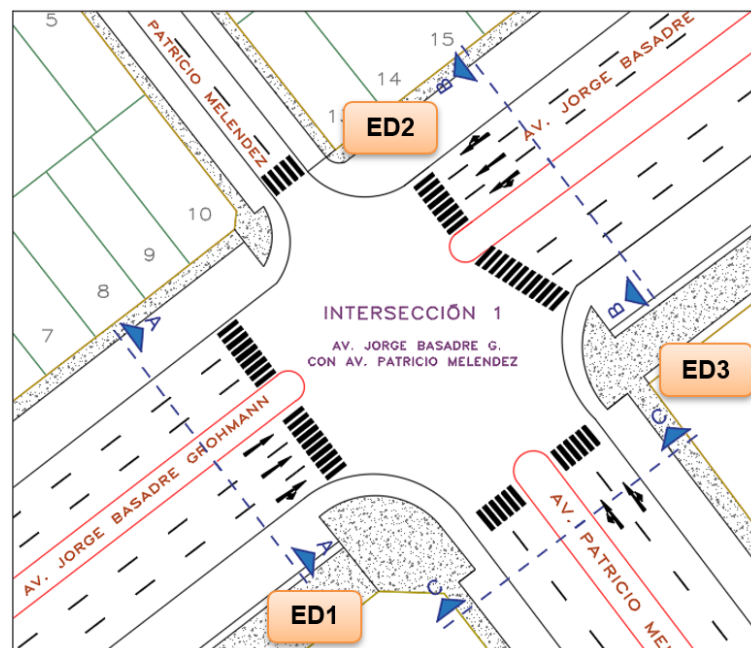
Nota. Los accesos y los números de giros que el vehículo puede circular en las avenidas.

A. Intersección 01

Se procedió a verificar los accesos como se muestra en la Figura 36 y los giros como se observa en la Figura 37, para realizar las mediciones geométricas en la intersección 01 para los 3 accesos, como se aprecia en la Figura 38, 39, 40 y 41.

Figura 36

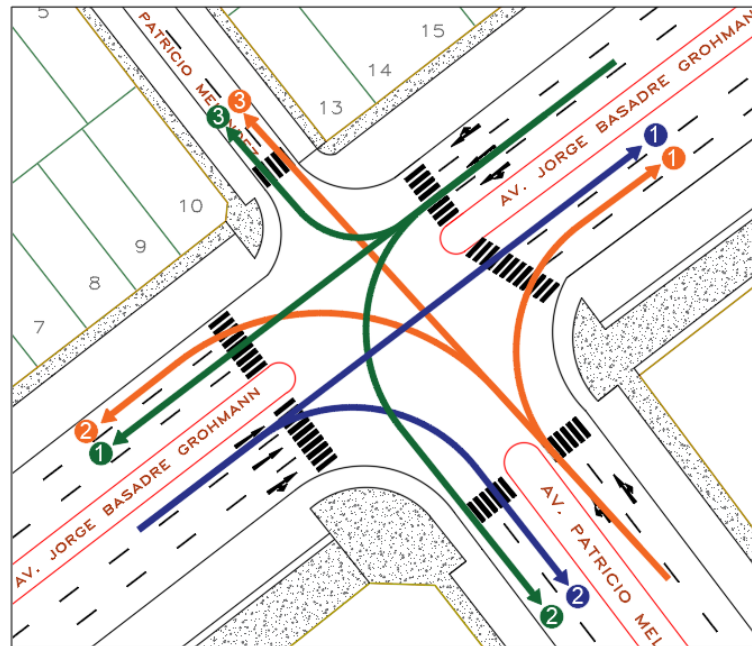
Accesos de la intersección 01



Nota. La figura muestra que la intersección 01 en Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez cuenta con 3 accesos.

Figura 37

Esquemas de giros permitidos en la intersección 01



Nota. Se muestra que la intersección 01 de Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez, cuenta con 3 accesos y sus giros permitidos.

Figura 38

Medición del ancho de calzada en intersección 01



Nota. Se muestra la medición del ancho de calzada en la Av. Jorge Basadre Grohmann (2) sentido E-O.

Figura 39

Medición del ancho de la mediana en intersección 01



Nota. Se muestra la medición del ancho de la mediana en la Av. Jorge Basadre Grohmann (2) sentido E-O.

Figura 40

Medición del ancho de berma en intersección 01



Nota. Se muestra la medición del ancho de berma en la AV. Jorge Basadre Grohmann (1) sentido O-E.

Figura 41

Medición del ancho de vereda en intersección 01

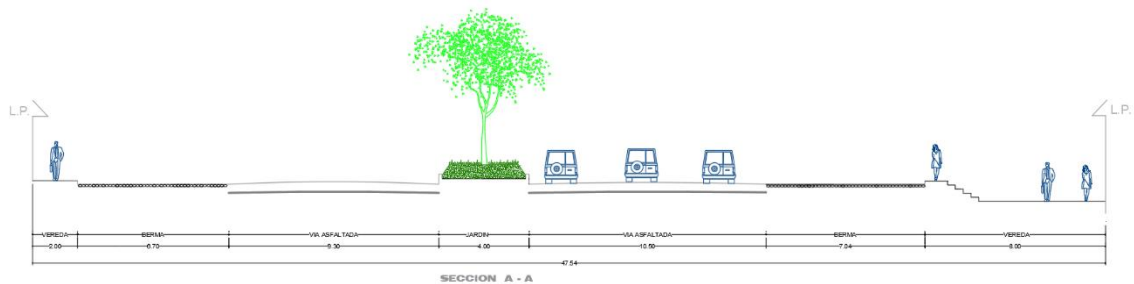


Nota. Se muestra la medición del ancho de la vereda en la Av. Jorge Basadre Grohmann (2) sentido E-O.

Terminada las mediciones en la intersección 01 Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez, se procede a digitalizar las medidas de las secciones viales de cada acceso, para ello nos ayudamos con el software AutoCAD tal como se muestra en la Figura 42, 43 y 44.

Figura 42

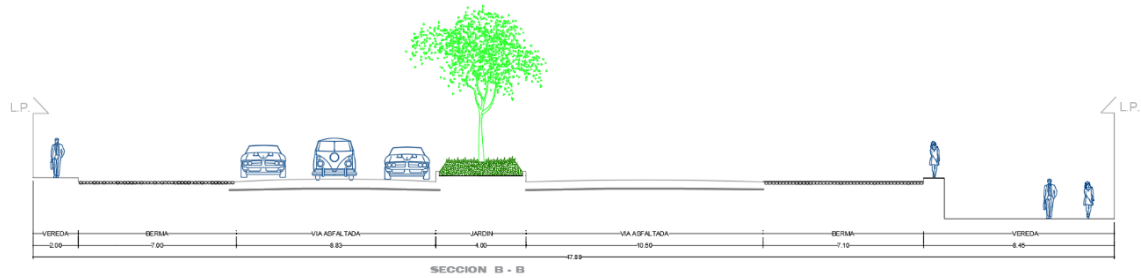
Corte de sección vial (A-A) del acceso ED1



Nota. Se muestra las medidas de la sección (A – A) de toda la vía en la Av. Jorge Basadre Grohmann (1) del acceso ED1 en sentido O-E.

Figura 43

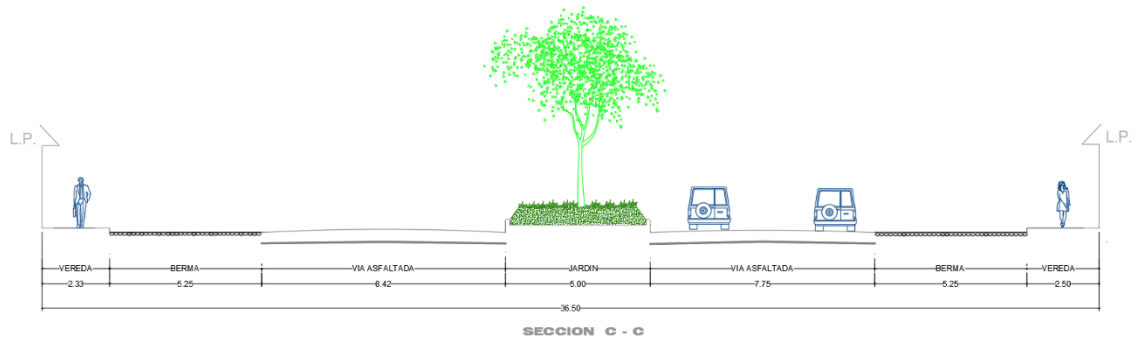
Corte de sección vial (B-B) del acceso ED2



Nota. Se muestra las medidas de la sección (B – B) de toda la vía en la Av. Jorge Basadre Grohmann (2) del acceso ED2 en sentido E-O.

Figura 44

Corte de sección vial (C-C) del acceso ED3



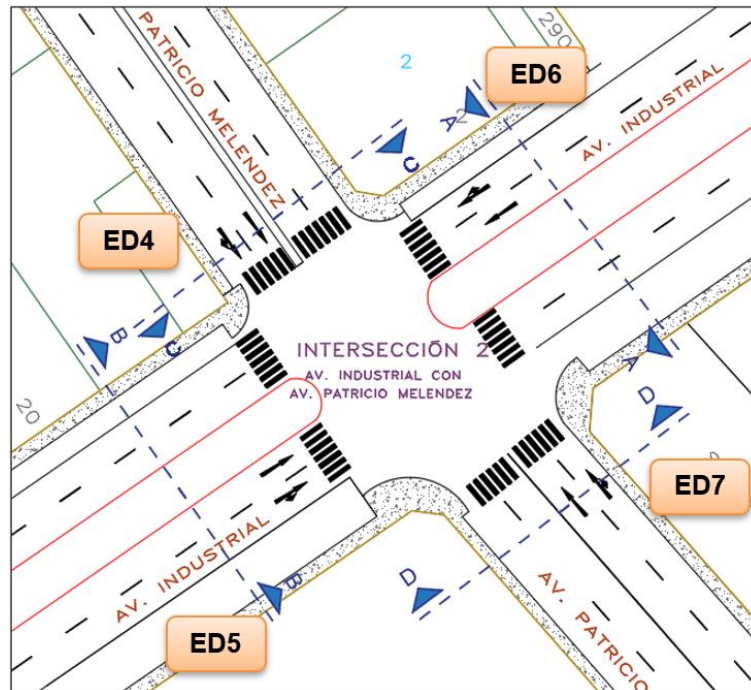
Nota. Se muestra las medidas de la sección (C – C) de toda la vía en la Av. Patricio Meléndez (1) del acceso ED3 en sentido S-N.

B. Intersección 02

Lo mismo se procederá a verificar los accesos como se muestra en la Figura 45 y los giros como se observa en la Figura 36, para realizar las mediciones geométricas en la intersección 02 para los 4 accesos, como se aprecia en la Figura 47, 48, 49, 50 y 51.

Figura 45

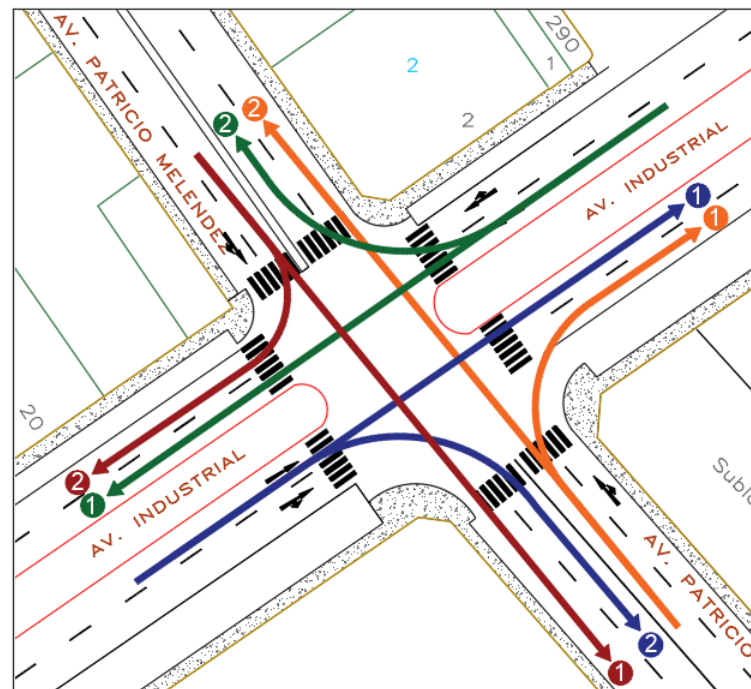
Accesos de la intersección 02



Nota. Se muestra que la intersección 02 en Av. Patricio Meléndez con Av. Industrial cuenta con 4 accesos.

Figura 46

Esquemas de giros permitidos en la intersección 02



Nota. Se muestra que la intersección 02 Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez, cuenta con 4 accesos y sus giros permitidos.

Figura 47

Medición del ancho de vereda en intersección 02



Nota. Se muestra la medición del ancho de la vereda en la Av. Patricio Meléndez (2) sentido N-S.

Figura 48

Medición del ancho de calzada en intersección 02



Nota. Se muestra la medición del ancho de la vía en la Av. Industrial (2) sentido E-O.

Figura 49

Medición del ancho de mediana pequeña en intersección 02



Nota. Se muestra la medición del ancho de la mediana en la Av. Patricio Meléndez (2) sentido N-S.

Figura 50

Medición del ancho de berma en intersección 02



Nota. Se muestra la medición del ancho de berma o estacionamiento de la Av. Industrial (2) sentido E-O.

Figura 51

Medición del ancho de mediana en intersección 02

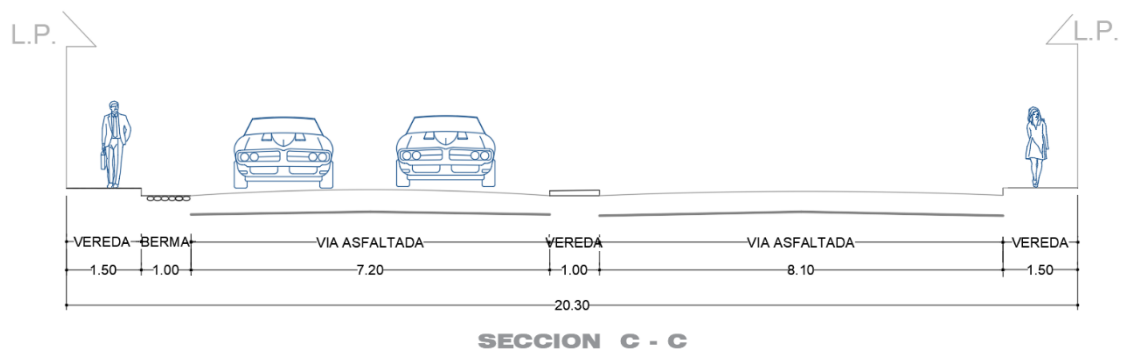


Nota. Se muestra la medición del ancho de la mediana en la Av. Industrial (2) sentido E-O.

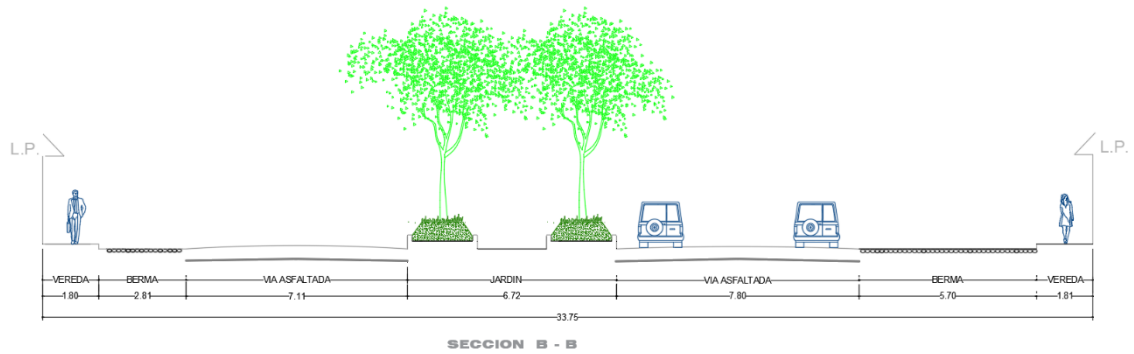
Terminada las mediciones en la intersección 02 Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez, se procede también a digitalizar las medidas de las secciones viales de cada acceso, para ello nos ayudamos con el software AutoCAD tal como se muestra en la Figura 52, 53, 54 y 55.

Figura 52

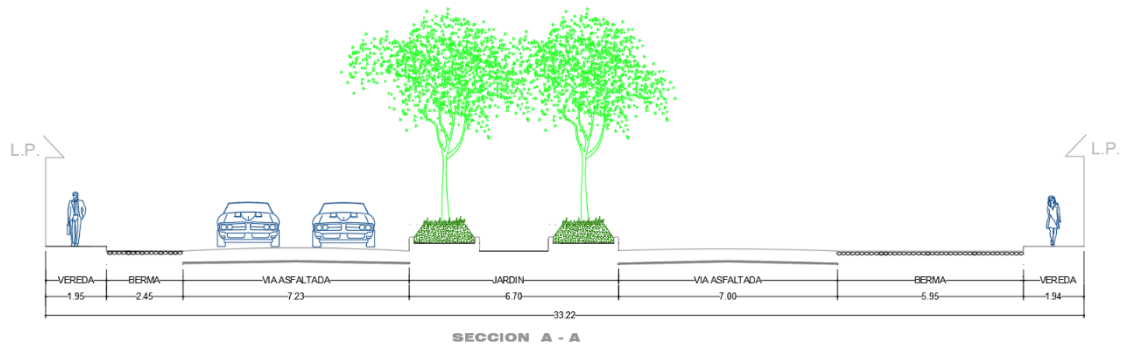
Corte de sección vial (C-C) del acceso ED4



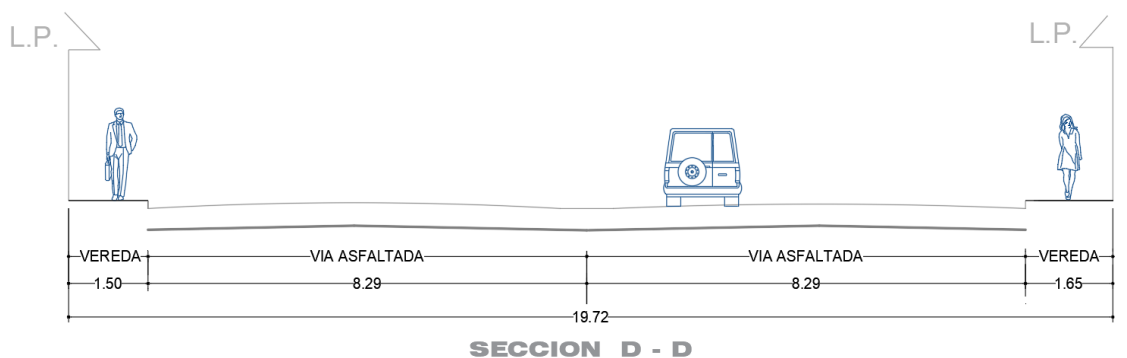
Nota. Se muestra las medidas de la sección (C – C) de toda la vía en la Av. Patricio Meléndez en sentido del acceso ED4 en sentido N-S.

Figura 53*Corte de sección vial (B-B) del acceso ED5*

Nota. Se muestra las medidas de la sección (B – B) de toda la vía en la Av. Industrial en sentido del acceso ED5 en sentido O-E.

Figura 54*Corte de sección vial (A-A) del acceso ED6*

Nota. Se muestra las medidas de la sección (A – A) de toda la vía en la Av. Industrial en sentido del acceso ED6 en sentido E-O.

Figura 55*Corte de sección vial (D-D) del acceso ED7*

Nota. Se muestra las medidas de la sección (D – D) de toda la vía en la Av. Patricio Meléndez en sentido del acceso ED7 en sentido S-N.

3.2.2.3. Recolección de Datos Semafóricos

En las intersecciones de estudio se contabilizaron 7 semáforos en total, correspondiendo 3 semáforos en la intersección 01 como se observa en la Figura 56 y 4 semáforos en la intersección 02 como se observa en la Figura 63. Estos semáforos cuentan con un sistema presincronizados, por lo que se procedió a anotar el tiempo de intervalo para cada semáforo de las intersecciones de cada color que son el rojo, ámbar y verde.

A. Intersección Semafórica 1

Figura 56

Intersección semafórica 1



Nota. Se visualiza los semáforos existentes en la intersección 01 Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

Primeramente, se observa los accesos y sus giros de como se comportan ante un semáforo y el tiempo de intervalo que presenta, para lo cual se registra los tiempos como en la Figura 57 que registra el intervalo de tiempo del acceso ED1, la Figura 58 que registra el intervalo de tiempo del acceso ED2 y la Figura 59 que registra el intervalo de tiempo del acceso ED3.

Figura 57*Semáforo para el acceso ED1*

Nota. Semáforo para el acceso ED1, ubicada en la Av. Jorge Basadre Grohmann (1) – sentido O-E.

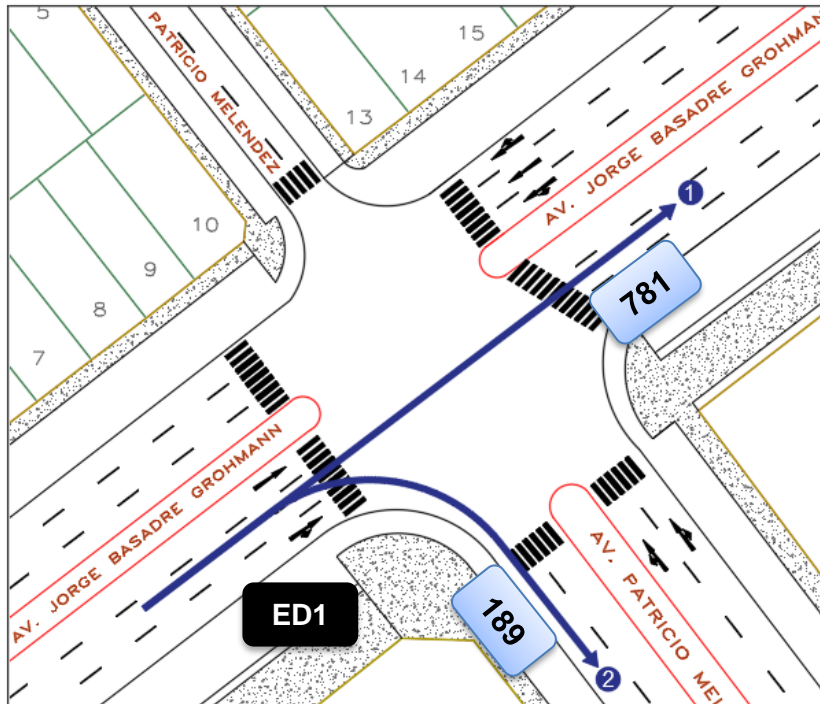
Figura 58*Semáforo para el acceso ED2*

Nota. Semáforo para el acceso ED2, ubicada en la Av. Jorge Basadre Grohmann (2) – sentido E-O.

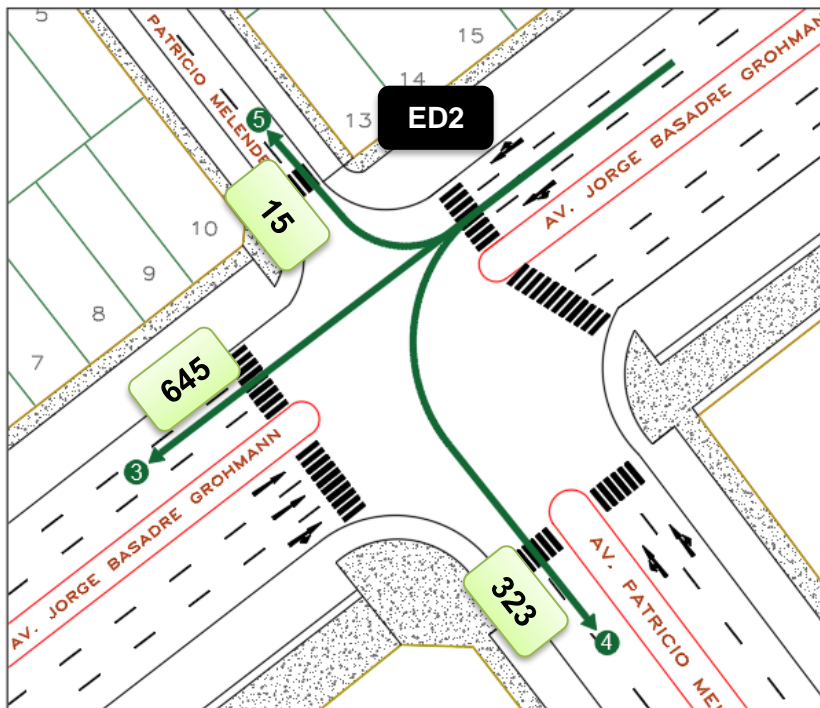
Figura 59*Semáforo para el acceso ED3*

Nota. Semáforo para el acceso ED3, ubicada en la Av. Patricio Meléndez (1) – sentido S-N.

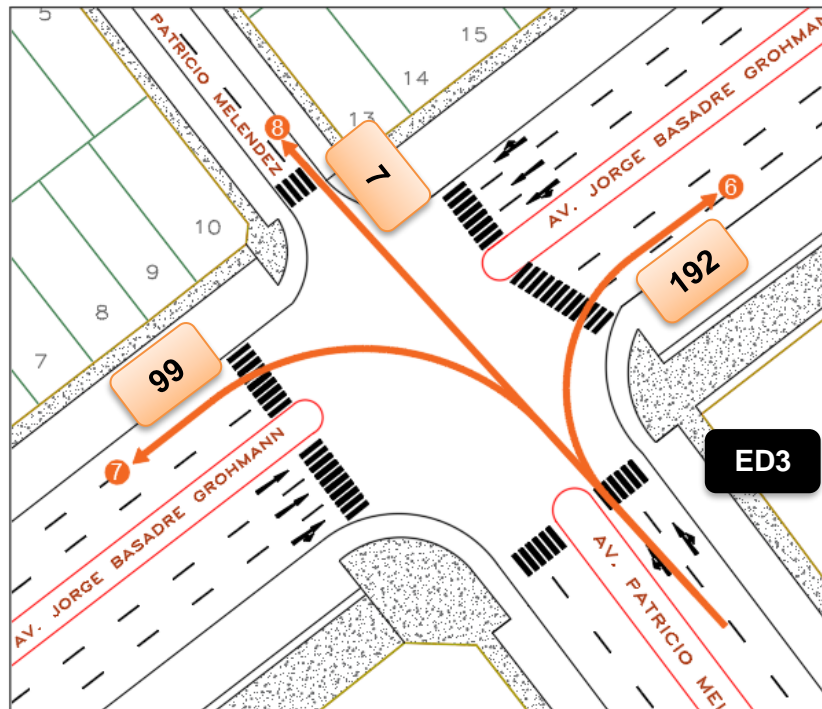
Después de tomar los registros, se procede a distribuir la cantidad de vehículos de que transitan de forma lineal y en giro. Para la distribución es importante usar el dato del aforo vehicular más crítico de la intersección 01, ya que estos datos se usarán más adelante en otro procedimiento, cada acceso se muestra su aforo en la Figura 60, 61 y 62.

Figura 60*Fase en verde para ED1*

Nota. Se observa la intersección 01 en Av. Jorge Basadre Grohmann (1) presenta 24 segundos de verde teniendo los pases de flujo 1 y 2.

Figura 61*Fase en verde para ED2*

Nota. Se observa la intersección 01 en Av. Jorge Basadre Grohmann (2) presenta 24 segundos de verde teniendo los pases de flujo 3, 4 y 5.

Figura 62*Fase en verde para ED3*

Nota. Se observa la intersección 01 en Av. Patricio Meléndez (1) presenta 18 segundos de verde teniendo los pases de flujo 6, 7 y 8.

B. Intersección Semafórica 2

Figura 63*Intersección semafórica 2*

Nota. Se visualiza los semáforos existentes en la intersección 02 Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez.

Para la intersección 02, también se observa los accesos y sus giros de cómo se comportan ante un semáforo y el tiempo de intervalo que presenta, para lo cual se registra los tiempos como en la Figura 64 que registra el intervalo de tiempo para todos sus accesos.

Figura 64

Semáforo para el acceso ED3, ED5, ED6 y ED7

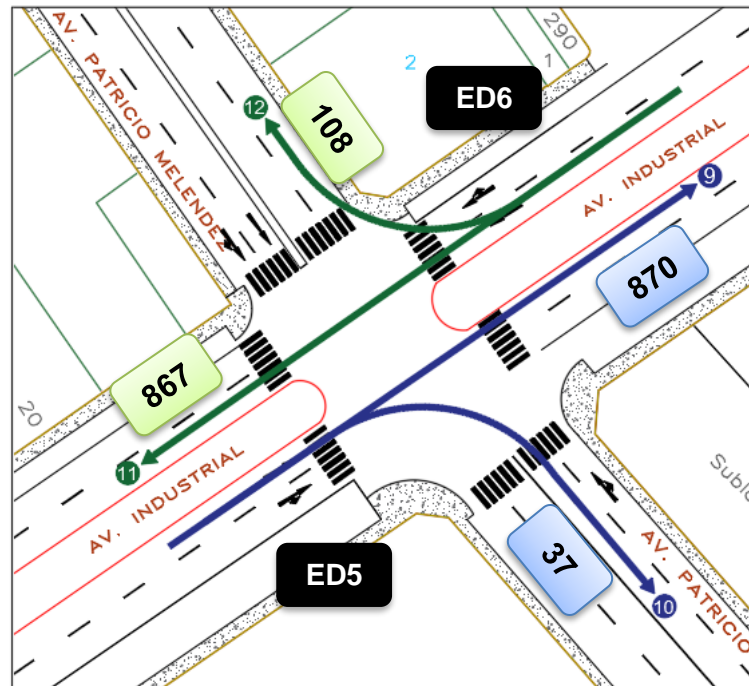


Nota. En la intersección 02 Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez, los 4 semáforos tienen el mismo tiempo de fase para el color rojo, ámbar y verde.

Después de tomar el registro, se procede también a distribuir la cantidad de vehículos de que transitan de forma lineal y en giro. Para la distribución también es importante usar el dato del aforo vehicular más crítico en la intersección 02, ya que estos datos también se usarán más adelante en otro procedimiento, cada acceso se muestra su aforo en la Figura 65 y 66.

Figura 65

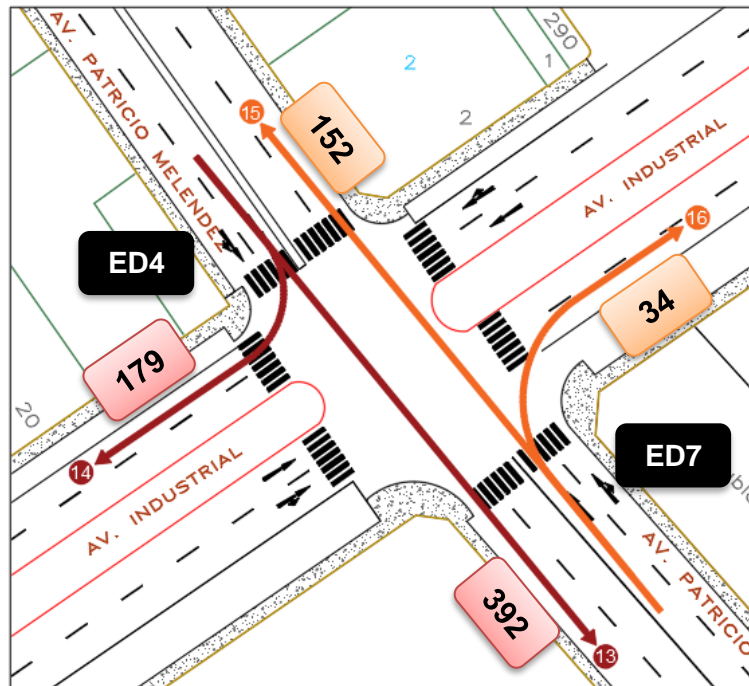
Fases en verde para ED5 y ED6



Nota. Se muestra que la intersección 02 Av. Industrial (1) color azul y (2) color verde, ambos presentan 20 segundos de fase verde teniendo los pases para ED5 con flujo 9 y 10, para ED5 con flujo 11 y 12.

Figura 66

Fases en verde para ED4 y ED7



Nota. Se muestra que la intersección 02 Av. Patricio Meléndez (2) color rojo y (3) color naranja, ambos presentan 20 segundos de fase verde teniendo los pases para ED4 con flujo 13 y 14, para ED7 con flujo 15 y 16.

3.2.2.4. Recolección de Datos de Tránsito

La recolección de datos se necesitó emplear los smartphones, cuya función es de fotografiar y grabar los videos durante el tiempo de las horas pico en cada intersección. Esta modalidad de grabar nos permite tener registrado el conteo vehicular y evitar errores a la hora de realizar los registros de cada acceso, permitiendo analizar los giros, la velocidad y los tipos de vehículos que transitan.

El conteo vehicular en las 2 intersecciones se procedió en analizar las 2 horas pico tanto para el turno de la mañana, tarde y noche para definir las horas a realizar el conteo vehicular. Después de analizar las horas pico, se decidió realizar durante las siguientes horas: en la mañana a las 07:00 am - 09:00 am, en la tarde a las 12:00 pm - 02:00 pm y en la noche desde las 05:00 pm – 07:00 pm. Las grabaciones se realizaron durante 3 días comenzando el día lunes 24, seguido del miércoles 26 y finalizando el viernes 28 de octubre del 2022.

Para realizar el conteo de los vehículos es indispensable usar el formato de aforo vehicular como se observa en la Figura 67, ya sea en un formato físico o digital.

Figura 67
Formato de Aforo vehicular

ESTADO DE LA CABECEIRA			SELECCIÓN										FECHA		
ESTACIÓN			SELECCIÓN DE LA ESTACIÓN DEL TRÁNSITO										2022		
HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	BEV	PICK UP	CAMIONES	PANEL	SUBALCOMBI	MICRO	2 E	3 E	TRAILER			
DIAGRA															
TURNO MAÑANA															
SUB-TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
HORA	CAMION		2E	SEMIRRAILER		TRAILER		TRAILER		TRAILER					
DIAGRA															
TURNO MAÑANA															
SUB-TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Nota. Formato usado para el registro manual del aforo vehicular para cada acceso de las intersecciones.

En las intersecciones se realiza la grabación de forma automática para que el conteo de los vehículos sea registrado como se aprecia en la Figura 68 y 69. Después de la obtención de datos se procedió a recopilar la información en los formatos del aforo

vehicular de forma manual y digital para mayor exactitud como se observa en la Figura 70 y 71.

Figura 68

Punto de grabación para la intersección 01



Nota. Se muestra el sitio de la grabación del flujo vehicular para los 3 accesos de la intersección 01 de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

Figura 69

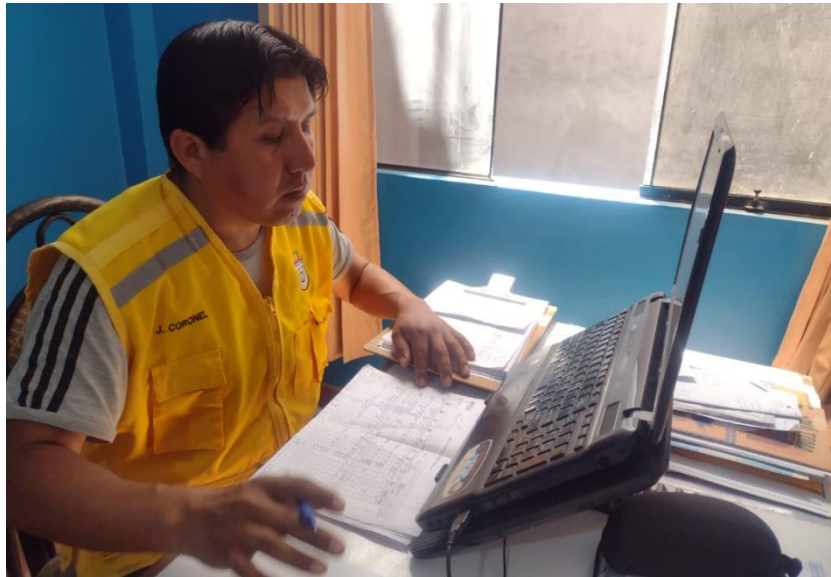
Punto de grabación para la intersección 02



Nota. Se muestra el sitio de la grabación del flujo vehicular para los 4 accesos de la intersección 02 de la Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez.

Figura 70*Aforo vehicular de la intersección 01*

Nota. Se muestra la realización del conteo vehicular mediante la revisión del video y uso de los formatos del aforo vehicular para los 3 accesos de la intersección 01 en la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

Figura 71*Aforo vehicular de la intersección 02*

Nota. Se muestra la realización del conteo vehicular mediante la revisión del video y uso de los formatos del aforo vehicular para los 4 accesos de la intersección 02 en la Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez.

Después de la recopilación de los datos en los aforos, se procede a digitalizar en un intervalo de 15 minutos y otro de una hora para la intersección 01 desde la Figura 72 hasta la Figura 89 y para la intersección 02 desde la Figura 90 hasta la Figura 113.

Figura 78

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED2 por cada 15 minutos

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER																																			
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	253	351/352	>= 353	>=3T3																																		
07:00-08:00 AM	00-15 min	11	9	0	20	38	0	32	64	1	6	9	1	2	7	0	2	3	0	7	20	0	7	15	SUB TOTAL	TOTAL																										
	15-30 min	14	12	0	24	42	0	25	75	0	5	7	0	2	9	0	1	4	0	8	22	0	8	18																												
	30-45 min	12	8	1	18	18	1	30	55	0	5	4	0	3	11	0	1	3	1	7	18	0	7	14																												
	45-60 min	10	7	0	14	29	1	30	78	2	3	5	1	5	10	0	1	5	0	7	17	0	14	11																												
08:00-09:00 AM	00-15 min	11	16	0	16	21	2	21	88	0	3	5	2	3	8	0	3	3	0	4	20	0	11	10																												
	15-30 min	8	15	0	21	37	1	22	81	0	2	7	1	4	9	0	0	3	0	6	19	0	16	11																												
	30-45 min	9	13	0	16	35	0	20	75	1	5	6	0	2	6	0	2	4	0	5	17	0	14	11																												
	45-60 min	7	11	0	13	30	1	17	60	0	3	4	0	2	3	0	3	6	1	5	16	0	12	10																												
00:00-01:00 PM	00-15 min	5	8	0	15	29	0	24	51	0	4	6	1	4	8	1	2	8	0	3	15	1	12	13																												
	15-30 min	13	9	1	17	38	1	19	48	1	3	5	0	3	11	0	0	5	1	3	17	0	9	12																												
	30-45 min	10	7	0	13	31	0	23	46	0	2	5	0	5	9	1	2	4	0	6	20	0	11	9																												
	45-60 min	9	4	0	14	29	2	20	43	0	5	4	1	4	7	0	2	5	0	3	19	0	10	10																												
01:00-02:00 PM	00-15 min	8	9	0	12	37	1	18	52	1	6	7	0	4	8	0	3	5	0	4	14	0	11	11																												
	15-30 min	5	10	0	10	33	0	16	50	0	4	5	1	3	7	0	3	7	0	8	18	0	13	12																												
	30-45 min	7	5	1	9	28	1	21	46	0	5	4	0	1	10	0	2	3	1	5	15	1	11	10																												
	45-60 min	6	3	0	7	25	0	17	42	1	2	5	0	1	6	1	1	1	0	5	14	0	12	7																												
05:00-06:00 PM	00-15 min	4	2	0	21	38	0	19	50	0	2	3	1	2	4	0	0	2	0	3	17	0	12	11																												
	15-30 min	3	4	0	18	41	1	21	52	0	3	3	0	3	7	0	0	5	0	3	19	0	11	10																												
	30-45 min	5	3	0	24	46	0	25	56	1	5	5	0	1	11	0	1	4	1	4	19	0	10	12																												
	45-60 min	4	6	1	17	49	1	18	65	1	2	6	0	2	9	0	0	6	0	4	15	1	10	14																												
06:00-07:00 PM	00-15 min	10	2	0	21	41	1	21	75	1	4	6	1	3	11	0	1	7	0	5	12	0	13	9																												
	15-30 min	8	5	0	18	38	1	18	54	1	2	4	0	5	5	0	3	4	0	3	13	0	9	8																												
	30-45 min	11	3	0	12	43	2	19	57	0	1	3	1	3	4	0	0	3	0	3	11	0	10	8																												
	45-60 min	7	2	0	7	37	0	13	52	0	1	3	0	2	3	0	0	3	0	2	8	0	7	7																												
TOTAL	197	173	4	377	833	17	509	1426	11	79	121	11	69	183	3	33	103	5	113	395	3	260	263	0			0	10	0	0	14	0	16	70	1	0	15	0	0	3	0	2	0	0	3	0	0	5	0	0	3	0

Figura 79

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED2 acumulado por cada 1 hora

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER																																		
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	253	351/352	>= 353	>=3T3																																	
07:00-08:00 AM	1 hr	47	36	1	76	127	2	117	272	3	19	25	2	12	37	0	5	15	1	29	77	0	36	58	0	0	2	0	0	2	0	2	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
08:00-09:00 AM	1 hr	35	55	0	66	123	4	80	304	1	13	22	3	11	26	0	8	16	1	20	72	0	53	42	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0			
00:00-01:00 PM	1 hr	37	28	1	59	127	3	86	188	1	14	20	2	16	35	2	6	22	1	15	71	1	42	44	0	0	0	1	0	0	1	0	3	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0		
01:00-02:00 PM	1 hr	26	27	1	38	123	2	72	190	2	13	21	1	9	31	1	9	16	1	22	61	1	47	40	0	0	2	0	0	3	0	3	13	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		
05:00-06:00 PM	1 hr	16	15	1	80	174	2	83	223	2	12	17	1	8	31	0	1	17	1	14	70	1	43	47	0	0	2	0	0	3	0	2	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0			
06:00-07:00 PM	1 hr	36	12	0	58	159	4	71	249	2	8	16	2	13	23	0	4	17	0	13	44	0	39	32	0	0	2	0	0	2	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL		197	173	4	377	833	17	509	1426	11	79	121	11	69	183	3	33	103	5	113	395	3	260	263	0	0	10	0	0	14	0	16	70	1	0	15	0	0	3	0	2	0	0	3	0	0	5	0	0	3	0

Figura 80

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED2 por cada 15 minutos

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	SUB TOTAL	TOTAL																													
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2	>= 3S3	>=3T3																															
07:00-08:00 AM	00-15 min	15	7	0	21	45	1	30	66	0	7	10	0	0	4	0	1	2	0	8	19	0	8	13	91	170	1	262																				
	15-30 min	17	14	1	26	36	0	25	77	1	4	6	2	4	10	0	2	6	0	7	21	0	6	17	93	191	4	288																				
	30-45 min	11	5	1	16	15	2	34	53	1	6	3	2	2	13	0	2	2	0	7	19	1	9	15	87	130	7	224																				
	45-60 min	11	9	1	13	30	1	23	78	1	1	6	1	7	13	0	1	5	0	9	14	0	13	12	79	171	4	254																				
08:00-09:00 AM	00-15 min	9	17	0	18	22	1	19	85	1	2	4	1	3	7	0	4	2	1	3	20	0	12	11	70	174	4	248																				
	15-30 min	7	19	0	22	41	1	24	80	0	1	6	0	3	9	1	1	2	0	5	19	1	14	10	78	194	3	275																				
	30-45 min	11	10	0	14	32	2	21	58	1	7	7	2	3	4	1	1	6	0	6	21	0	13	12	78	153	6	237																				
	45-60 min	9	9	0	12	29	1	18	59	1	4	5	0	1	7	0	4	11	1	6	19	0	12	10	68	159	4	231																				
00:00-01:00 PM	00-15 min	4	7	1	14	30	1	22	56	1	3	5	0	6	7	0	3	10	1	2	14	0	11	12	66	150	4	220																				
	15-30 min	14	10	1	16	43	1	18	45	1	4	6	1	2	10	2	1	6	1	4	18	1	11	11	72	151	8	231																				
	30-45 min	11	6	1	14	32	2	24	45	0	1	4	1	4	5	0	3	4	0	7	21	0	9	10	73	132	4	209																				
	45-60 min	8	3	0	15	33	3	23	43	0	4	5	0	3	9	0	3	6	0	4	17	1	12	9	72	130	4	206																				
01:00-02:00 PM	00-15 min	7	8	0	11	39	0	21	38	0	5	5	0	4	8	0	2	6	0	4	12	0	9	12	64	133	0	197																				
	15-30 min	4	15	0	11	35	0	15	44	2	5	4	0	3	6	1	3	2	0	7	20	0	12	10	61	145	3	209																				
	30-45 min	8	6	0	8	29	0	20	52	1	2	8	0	1	12	1	3	8	0	4	16	0	12	11	59	148	2	209																				
	45-60 min	7	4	1	7	27	0	14	48	0	3	4	0	3	5	0	2	0	6	13	1	11	8	51	118	2	171																					
05:00-06:00 PM	00-15 min	3	3	0	23	41	1	15	51	0	1	3	0	1	5	0	1	2	1	4	15	0	11	10	60	134	2	196																				
	15-30 min	2	5	0	19	45	0	24	49	1	4	2	1	4	8	0	0	4	0	3	17	0	10	9	66	142	2	210																				
	30-45 min	4	2	0	25	50	1	27	57	0	7	4	2	2	12	0	2	5	0	4	22	0	11	10	83	166	3	252																				
	45-60 min	4	8	0	14	50	2	15	63	2	2	7	1	3	9	0	1	7	1	5	13	0	11	10	55	173	6	234																				
06:00-07:00 PM	00-15 min	11	3	1	20	43	2	19	78	2	5	5	0	1	10	0	2	8	0	4	10	0	12	8	74	169	5	248																				
	15-30 min	8	4	0	13	36	3	19	44	0	1	2	0	3	4	0	0	3	0	3	10	0	8	10	56	115	3	174																				
	30-45 min	12	5	0	21	42	1	18	69	2	0	3	0	3	6	0	3	0	4	10	1	11	8	72	144	4	220																					
	45-60 min	7	0	0	6	39	1	12	61	1	2	4	0	5	2	0	2	4	1	5	7	0	8	9	47	128	3	178																				
TOTAL	204	179	8	379	864	27	501	1399	19	81	118	14	71	185	6	45	113	7	121	387	6	256	257	0	0	7	0	12	0	16	70	1	0	2	0	0	3	0	1	6	0	0	2	0	1675	3620	88	5383

Figura 81

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED2 acumulado por cada 1 hora

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	SUB TOTAL	TOTAL																														
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2	>= 3S3	>=3T3																																
07:00-08:00 AM	1 hr	54	35	3	76	126	4	112	274	3	18	25	5	13	40	0	6	15	0	31	73	1	36	57	360	662	16	1028																					
	1 hr	36	55	0	66	124	5	82	282	3	14	22	3	10	27	2	10	21	2	20	79	1	51	43	294	680	17	991																					
08:00-09:00 AM	1 hr	37	26	3	99	138	7	87	189	2	12	20	2	15	31	2	10	26	2	17	70	2	43	42	283	563	20	866																					
	1 hr	26	33	1	37	130	0	70	182	3	15	21	0	11	31	2	8	18	0	21	61	1	44	41	235	544	7	788																					
01:00-02:00 PM	1 hr	13	18	0	81	186	4	82	220	3	14	16	4	10	34	0	4	18	2	16	67	0	43	39	264	615	13	892																					
05:00-06:00 PM	1 hr	38	12	1	60	160	7	68	252	5	8	14	0	12	22	0	7	15	1	16	37	1	39	35	249	556	15	820																					
TOTAL	1 hr	204	179	8	379	864	27	501	1399	19	81	118	14	71	185	6	45	113	7	121	387	6	256	257	0	0	7	0	12	0	16	70	1	0	2	0	0	3	0	1	6	0	0	2	0	1675	3620	88	5383

Figura 82

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED2 por cada 15 minutos

HORA		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS				CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	SUB TOTAL		TOTAL																									
DIAGRA. VEH.																																															
07:00-08:00 AM	00-15 min	14	8	1	22	42	0	28	62	1	5	8	1	1	5	0	1	3	0	7	18	0	7	11	0	0	0	0	0	0	0	85	161	3	249												
	15-30 min	15	12	0	23	38	1	26	71	0	3	7	1	3	8	0	1	4	0	8	20	0	5	15	0	1	1	5	1	0	0	0	0	85	182	2	269										
	30-45 min	12	7	0	18	22	1	31	51	0	5	4	2	1	11	0	2	3	0	8	17	0	8	14	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	86	134	3	223									
	45-60 min	10	8	0	14	24	1	24	72	1	2	5	1	5	10	1	1	4	1	7	14	0	11	13	0	0	0	2	2	0	1	0	1	0	74	156	5	235									
08:00-09:00 AM	00-15 min	8	15	1	18	20	0	21	82	1	1	5	2	2	9	0	3	2	0	5	18	1	13	10	0	1	1	3	1	0	0	0	1	0	71	167	5	244									
	15-30 min	6	18	0	20	38	1	23	76	0	2	4	1	3	8	1	1	3	0	4	17	0	12	9	1	0	0	5	2	0	0	0	0	0	71	181	3	255									
	30-45 min	10	11	1	16	31	1	22	59	0	6	6	1	2	5	0	0	5	1	5	18	0	11	11	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	73	151	4	228									
	45-60 min	9	8	0	13	28	1	20	56	1	3	4	1	2	6	0	2	8	0	4	17	1	10	9	0	0	0	1	6	1	0	0	0	1	0	64	144	4	212								
00:00-01:00 PM	00-15 min	7	6	0	12	29	2	21	57	0	2	4	0	5	8	0	2	7	0	3	15	0	12	11	1	0	2	6	0	0	0	1	1	0	66	146	2	214									
	15-30 min	12	9	1	15	37	1	19	46	1	3	5	0	3	11	0	0	5	0	3	17	1	10	10	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	67	144	4	215									
	30-45 min	10	8	0	15	34	1	23	45	2	2	3	1	2	8	1	2	6	0	6	20	0	11	9	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	71	138	5	214									
	45-60 min	9	4	1	16	30	1	22	42	0	3	4	0	2	6	0	2	5	0	5	15	0	8	10	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	69	119	2	190									
01:00-02:00 PM	00-15 min	7	6	1	10	38	0	20	40	1	4	5	1	3	7	0	3	4	0	4	13	0	9	11	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	60	127	3	190									
	15-30 min	5	12	1	11	34	2	18	48	1	5	3	0	2	5	0	1	5	1	6	17	0	11	11	1	1	1	2	1	0	1	0	1	0	60	142	5	207									
	30-45 min	5	5	0	9	30	0	14	38	1	3	7	1	3	11	1	2	3	0	4	15	1	10	9	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	51	123	4	178									
	45-60 min	4	5	0	7	25	1	13	46	0	2	3	1	1	6	0	1	2	0	5	14	0	12	10	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	46	117	2	165									
05:00-06:00 PM	00-15 min	2	4	0	21	40	0	15	50	1	2	4	0	1	7	0	0	3	0	4	17	0	11	11	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	56	139	1	196									
	15-30 min	4	6	1	20	42	0	23	47	1	5	2	0	3	9	1	0	4	0	6	18	0	9	10	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	71	141	3	215									
	30-45 min	3	6	0	24	49	1	25	53	0	6	3	1	3	11	0	1	6	1	5	20	0	12	9	0	1	0	3	1	0	0	0	1	0	79	163	3	245									
	45-60 min	10	7	1	16	52	0	18	61	1	3	5	0	2	12	0	0	8	0	4	14	0	11	10	2	0	1	2	1	0	0	0	0	65	174	2	241										
06:00-07:00 PM	00-15 min	11	6	0	19	42	2	16	75	1	4	4	0	2	10	0	1	6	0	3	11	1	13	9	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	70	168	4	242									
	15-30 min	8	2	0	15	38	1	17	65	1	2	3	0	5	5	0	0	2	1	4	8	0	9	9	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	60	135	3	198									
	30-45 min	7	1	1	12	39	2	15	45	0	1	3	0	3	5	0	2	2	0	2	7	0	10	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	53	111	3	167									
	45-60 min	5	2	0	5	31	1	11	52	1	1	2	0	2	3	0	1	1	0	3	5	0	7	7	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	35	106	2	143									
TOTAL		193	176	10	371	833	21	485	1340	16	75	103	15	61	186	5	29	101	5	115	365	5	242	246	0	0	10	0	0	11	0	17	69	0	0	17	0	1	2	0	0	3	0	1589	3469	77	5135

Figura 83

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED2 acumulado por cada 1 hora

HORA		MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS				CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	SUB TOTAL		TOTAL																																	
DIAGRA. VEH.																																																							
07:00-08:00 AM	1 hr	51	36	1	77	126	3	109	256	2	15	24	5	10	34	1	5	14	1	30	69	0	31	53	0	0	1	0	0	1	0	2	14	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	330	633	13	976	
08:00-09:00 AM	1 hr	33	52	2	67	117	3	86	273	2	12	19	5	9	28	1	6	18	1	18	70	2	46	39	0	0	1	0	0	2	0	3	17	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	280	643	16	939	
00:00-01:00 PM	1 hr	38	27	2	58	130	5	85	190	3	10	16	1	12	33	1	6	23	0	17	67	1	41	40	0	0	2	0	0	2	0	5	12	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	273	547	13	833	
01:00-02:00 PM	1 hr	21	28	2	37	127	3	65	172	3	14	18	3	9	29	1	7	14	1	19	59	1	42	41	0	0	2	0	0	2	0	3	12	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	217	509	14	740
05:00-06:00 PM	1 hr	19	23	2	81	183	1	81	211	3	16	14	1	9	39	1	1	21	1	19	69	0	43	40	0	0	2	0	0	2	0	2	8	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	271	617	9	897		
06:00-07:00 PM	1 hr	31	11	1	51	150	6	59	238	3	8	12	0	12	23	0	4	11	1	12	31	1	39	33	0	0	2	0	0	2	0	2	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218	520	12	750		
TOTAL		193	176	10	371	833	21	485	1340	16	75	103	15	61	186	5	29	101	5	115	365	5	242	246	0	0	10	0	0	11	0	17	69	0	0	17	0	1	2	0	0	3	0	4	0	0	3	0	1589	3469	77	5135			

B. Aforo vehicular en la intersección 02

Figura 90

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED4 por cada 15 minutos

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS >=3 E	CAMION			TRAYLER 3T2	SUB TOTAL			TOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL			2 E	3 E	3T2		Q	T	P	
DIAGRA. VEH.																	
07:00-08:00 AM		3 10	14 7	2 2	1 2		4 6	10 1									0 34 29 63
		15 5	17 14	4 2	2 2	1	6 11	9 1		3 1							0 57 36 93
	1	7 6	33 17	1 1	2		4 8	8 3		2 2							0 58 37 95
	3	5 9	32 15	2 1	4 1	2	5 10	11 2		1							0 64 39 103
	2 2	10 6	35 21	4 2	7 3		3 11	9 2		2							0 70 49 119
08:00-09:00 AM		12 6	30 13	2 3	4 5	2	3 7	10 2	1	1 5							0 64 42 106
	1	14 15	25 17	7 2	3		2 9	10 2									0 61 46 107
		16 12	29 22	7 3	5 3	1	2 11	12 3									0 72 54 126
	1	19 9	40 14	5 1	10 1	2	3 7	10 1		2 2							0 92 35 127
12:00-01:00 PM		23 7	37 10	8 1	4 2	1	4 7	11 1		2 2							0 89 31 120
		17 10	28 20	4 1	5 3	1 1	2 7	12 1		2 1							0 71 44 115
	1	11 8	22 20	4 2	4 2	2	2 10	13 2		2							0 59 46 105
	3	29 10	35 18	12 3	9 4	3 2	7 13	12 3		3 2							0 113 55 168
01:00-02:00 PM		2 2	15 11	39 16	10 1	12 3	1	6 10	10 2								0 94 44 138
		1 21 8	31 11	9 3	10 2	5 2	5 5	13 1		1 2							1 95 34 130
	3	28 12	30 21	11 2	15 4	3 1	6 6	11 3		2 3							0 109 52 161
	1 1	19 14	27 27	7 2	4 2	1	6 10	12 1		1							0 76 59 135
05:00-06:00 PM		17 11	10 18	5	3 2	1	2 7	11		2							0 48 41 89
	1	23 13	28 16	7 5	4 1	1 1	5 7	10		3							0 79 46 125
		18 12	30 15	6 3	6 3	2 1	7 8	12 2									0 81 44 125
		20 10	32 14	10 4	8 2	1 2	6 6	11 1		2		1					0 88 42 130
06:00-07:00 PM		24 15	35 15	9 5	4 3		7 10	9 3		2							0 89 53 142
	1	21 11	33 18	5 5	7 2	1	5 8	10 1									0 82 45 127
	2	25 14	36 16	10 5	8 2	2	6 7	13 2		1							0 100 49 149
TOTAL	0	21 4 1 412 244	0 708 395	0 151 59 0 141 54	0 27 16 0 108 201	0 299 40	0 0 0 1 0 18 36	0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1	1	54	1	1	1	1	1	1	1 1845 1052 2898

Figura 91

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED4 acumulado por cada 1 hora

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS >=3 E	CAMION			TRAYLER 3T2	SUB TOTAL			TOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL			2 E	3 E	3T2		Q	T	P	
DIAGRA. VEH.																	
07:00-08:00 AM	0	4 0	0 30 30	0 96 53	0 9 6	0 9 5	0 2 0	0 19 35	0 38 7	0 0 0	0 5 4	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 212 141 353
08:00-09:00 AM	0	2 3	0 52 39	0 119 73	0 20 10	0 19 11	0 3 0	0 10 38	0 41 9	0 0 1	0 1 7	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 267 191 458
12:00-01:00 PM	0	2 0	0 70 34	0 127 64	0 21 5	0 23 8	0 5 2	0 11 31	0 46 5	0 0 0	0 6 7	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 311 156 467
01:00-02:00 PM	0	8 0	1 93 41	0 135 66	0 42 9	0 46 13	0 11 6	0 24 34	0 46 9	0 0 0	0 6 7	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 411 185 597
05:00-06:00 PM	0	2 1	0 77 50	0 95 76	0 25 10	0 17 8	0 3 4	0 20 32	0 45 3	0 0 0	0 0 6	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 284 190 474
06:00-07:00 PM	0	3 0	0 90 50	0 136 63	0 34 19	0 27 9	0 3 4	0 24 31	0 43 7	0 0 0	0 5 0	0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 360 189 549
TOTAL	0	21 4 1 412 244	0 708 395	0 151 59 0 141 54	0 27 16 0 108 201	0 299 40	0 0 0 1 0 18 36	0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1	1	54	1	1	1	1	1	1	1 1845 1052 2898

Figura 92

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED4 por cada 15 minutos

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS	CAMION			TRAYLER	SUB TOTAL	TOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL			>=3 E	2 E	3 E			
DIAGRA. VEH.															
07:00-08:00 AM	00-15 min		5 13	16 9	4 3	2 2		4 5	8 2					1	
	15-30 min		12 5	20 16	5 1	3 2	1	4 8	10 2						
	30-45 min		14 9	35 14	2	3 2	2 1	6 10	9 4		2 3				
	45-60 min	4 2	8 7	30 14	5 2	2 2		4 11	12 1		2 1		1		
08:00-09:00 AM	00-15 min	2 2	11 10	36 22	4 3	5 4	2	5 10	10 3		1 1				
	15-30 min	9 8	37 20	4 2	6 2	2 1		6 8	10 1	1	2	1			
	30-45 min	2	15 12	28 17	6 2	2 2	1	4 11	11 2		1 3				
	45-60 min	1 2	18 11	23 16	8 4	6 2	1	3 9	9 5		1 3				
12:00-01:00 PM	00-15 min		20 10	42 17	7	8 2		4 10	8 1		3 4				
	15-30 min	2	19 12	40 12	8 2	6 4	2 1	5 8	12 2		1		1		
	30-45 min	1	23 11	29 19	6	2	1 1	3 7	10 2						
	45-60 min		14 7	30 23	5 1	6 1	1	2 9	12 3		3 3				
01:00-02:00 PM	00-15 min	2	28 9	41 20	10 2	8 5		5 11	9 1		2				
	15-30 min		12 10	39 14	9 2	10 4		6 8	11 3		4 1		2		
	30-45 min	1	21 8	35 20	12	8		3 2	12 2		1 3				
	45-60 min		26 10	37 18	10 3	14 3	2	4 7	10 4		3				
05:00-06:00 PM	00-15 min	1 1	20 16	28 25	5 3	8 1	1	4 11	10 2						
	15-30 min	1	18 12	14 18	6 4	5 1		6 7	12		2 2				
	30-45 min	1 2	23 13	20 19	7	5 2	2 2	5 5	12 1		2		2		
	45-60 min		20 12	31 17	8 5	6 4		6 10	9 2						
06:00-07:00 PM	00-15 min	1	21 10	32 12	10 4	8 1	1	8 6	11		2 2				
	15-30 min	1 1	25 14	33 15	6 3	4 5	2	6 9	10 2		1				
	30-45 min		26 16	36 18	7 6	6 2		5 7	8 3		1		1		
	45-60 min	1 1	22 12	32 14	10 2	7 4		4 5	12 1						
TOTAL	0 21 11	0 430 257	0 744 409	0 164 54	0 140 55	0 20 15	0 112 194	0 247 49	0 0 1	0 29 35	0 2 6	0 0 1	0 0 1	0 1909	1088 2997
	32	687	1153	218	195	35	306	296	1	64	8	1	1		

Figura 93

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED4 acumulado por cada 1 hora

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS	CAMION			TRAYLER	SUB TOTAL	TOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL			>=3 E	2 E	3 E			
DIAGRA. VEH.															
07:00-08:00 AM	1 hr	0 4 2	0 39 34	0 101 53	0 16 6	0 10 8	0 3 1	0 18 34	0 39 9	0 0 0	0 6 4	0 1 0	0 0 1	0 0 1	
08:00-09:00 AM	1 hr	0 5 4	0 53 41	0 124 75	0 22 11	0 19 8	0 6 1	0 18 38	0 40 11	0 0 1	0 3 9	0 1 0	0 0 0	0 0 0	
12:00-01:00 PM	1 hr	0 3 0	0 76 40	0 141 71	0 26 3	0 22 7	0 4 2	0 14 34	0 42 8	0 0 0	0 7 7	0 0 1	0 0 0	0 0 0	
01:00-02:00 PM	1 hr	0 3 0	0 87 37	0 152 72	0 41 7	0 40 12	0 2 5	0 18 28	0 42 10	0 0 0	0 8 6	0 0 2	0 0 0	0 0 0	
05:00-06:00 PM	1 hr	0 3 3	0 81 53	0 93 79	0 26 12	0 24 8	0 3 4	0 21 33	0 43 5	0 0 0	0 2 6	0 0 2	0 0 0	0 0 0	
06:00-07:00 PM	1 hr	0 3 2	0 94 52	0 133 59	0 33 15	0 25 12	0 2 2	0 23 27	0 41 6	0 0 0	0 3 3	0 0 1	0 0 0	0 0 0	
TOTAL	0 21 11	0 430 257	0 744 409	0 164 54	0 140 55	0 20 15	0 112 194	0 247 49	0 0 1	0 29 35	0 2 6	0 0 1	0 0 1	0 1909	1088 2997
	32	687	1153	218	195	35	306	296	1	64	8	1	1		

Figura 94

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED4 por cada 15 minutos

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	CAMION		TRAYLER	SUB TOTAL			TOTAL
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E					
07:00-08:00 AM	00-15 min		8 12	20 10	4 1		3	1	7 4	10 2	1					1
	15-30 min	1	14 4	30 15	5 3				2	6 10	11 1	2 1				
	30-45 min		10 11	25 12	3			1 1	2	3 8	8 2		2			
	45-60 min	1	12 5	33 18	4 2				2 2	1	6 9	12 2	2			
08:00-09:00 AM	00-15 min	1 2	9 9	35 22	6 2			5 4	2 1	3 10	9 3	2 3				
	15-30 min		13 8	33 15	3 2				6	2 8	10 2		2			
	30-45 min	1 2	12 16	27 19	5 3			2 2	1	4 11	11 2	3 2				
	45-60 min		17 12	30 20	6 1			3 4		4 10	8 2					
12:00-01:00 PM	00-15 min	2	14 10	44 12	6 1			8 2		5 8	12 2	3 2				
	15-30 min		20 8	36 16	6 2			6 2	2	3 7	10 1	4 1				
	30-45 min		24 8	31 20	4			5 2	2	4 8	12 2					
	45-60 min	2	15 10	25 18	2 2			5 3		3 9	9 3	2 1				
01:00-02:00 PM	00-15 min	1	29 7	35 14	10 4			7		1 3	5 11	12 1		1		
	15-30 min	1	24 13	39 20	8			11 4		6 8	8 3	2 1				
	30-45 min	1	16 9	33 19	8 2			12	2 1	4 7	13		2	2		
	45-60 min		21 10	28 14	13 3			8 2	2	4 6	10 4	2 1				
05:00-06:00 PM	00-15 min		25 16	22 20	10 4			8 3	1 1	4 11	10 1	1				
	15-30 min	3	15 12	21 15	6 3			4 3		6 7	8 1	2 2		1		
	30-45 min	2	21 15	12 16	8			2 2	1	4 5	12					
	45-60 min		27 18	35 10	10 5			7		5 9	7 3		1			
06:00-07:00 PM	00-15 min	1	19 9	30 18	7 2			9 3	1	6 10	13	1 1				
	15-30 min		24 11	29 14	11 3			5 1	2	7 11	9 2	1 1				
	30-45 min	2 1	22 15	37 19	7 4			10 4		3 8	10	1 1		1		
	45-60 min		29 12	24 11	10 2			4		5 4	11 3					
TOTAL		0 19 9 0	440 260	0 714 387	0 162 51	0 132 47	0 13 16	0 109 199	0 245 42	0 28 26	0 0 4	0 0 1	0 1862	1042	2904	
		28	700	1101	213	179	29	308	287	54	4	1				

Figura 95

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED4 acumulado por cada 1 hora

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	CAMION		TRAYLER	SUB TOTAL			TOTAL
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E					
07:00-08:00 AM	1 hr	0 2 2 0	44 32 0	108 55 0	16 6 0	5 6 0	3 1 0	22 31 0	41 7 0	5 3 0	0 0 0	0 0 0	0 246	144	390	
08:00-09:00 AM	1 hr	0 2 4 0	51 45 0	125 76 0	20 8 0	16 10 0	3 1 0	13 39 0	38 9 0	5 7 0	0 0 0	0 0 0	0 273	199	472	
12:00-01:00 PM	1 hr	0 4 0 0	73 36 0	136 66 0	18 5 0	24 9 0	2 4 0	15 32 0	43 8 0	9 4 0	0 0 0	0 0 0	0 324	164	488	
01:00-02:00 PM	1 hr	0 3 0 0	90 39 0	135 67 0	39 9 0	38 6 0	3 6 0	19 32 0	43 8 0	4 5 0	0 2 0	0 0 0	0 374	174	548	
05:00-06:00 PM	1 hr	0 5 2 0	88 61 0	90 61 0	34 12 0	21 8 0	1 2 0	19 32 0	37 5 0	2 4 0	0 1 0	0 0 0	0 297	188	485	
06:00-07:00 PM	1 hr	0 3 1 0	94 47 0	120 62 0	35 11 0	28 8 0	1 2 0	21 33 0	43 5 0	3 3 0	0 1 0	0 0 0	0 348	173	521	
TOTAL		0 19 9 0	440 260	0 714 387	0 162 51	0 132 47	0 13 16	0 109 199	0 245 42	0 28 26	0 0 4	0 0 1	0 1862	1042	2904	
		28	700	1101	213	179	29	308	287	54	4	1				

Figura 96

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED5 por cada 15 minutos

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS					MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				SUB TOTAL	TOTAL																														
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	>=3 E		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353																																	
07:00-08:00 AM	00-15 mn	2	38	1	73	5	9	5	2	17	1	1	2	1	1	1																																			
	15-30 mn	3	52	2	95	1	11	1	6	3			7																																						
	30-45 mn	4	53	2	94	1	14		7				6	1																																					
	45-60 mn	2	55		101	5	16		10	1			3		1																																				
08:00-09:00 AM	00-15 mn	1	50		71	1	13	1	17	1			7																																						
	15-30 mn	2	41	1	104	1	14	2	23	2			13	2	1																																				
	30-45 mn	2	42	3	119	7	20		24				6																																						
	45-60 mn	5	30	5	96	5	10		12	2			8		2																																				
12:00-01:00 PM	00-15 mn	3	37	1	90	4	10	3	13	1			10																																						
	15-30 mn	5	33	1	87	6	13		11	5			1		14																																				
	30-45 mn	2	43	3	80	1	12	1	8	2	3		4		2																																				
	45-60 mn	1	35		91	2	9		9	1	2		4		3																																				
01:00-02:00 PM	00-15 mn		32	3	77	3	6		8				2		7																																				
	15-30 mn	3	41	2	95	5	11	4	10	4	1		15	2	11	1	4																																		
	30-45 mn	2	37	3	90	2	14	2	12	3	2	1	16	1	9	2	2																																		
	45-60 mn		42	4	93	6	10	2	15	1	3		12	2	6		1																																		
05:00-06:00 PM	00-15 mn	1	37		60	2	11	1	8	1			17	1	3																																				
	15-30 mn		43	2	80	2	12	3	12	1			13		1		1																																		
	30-45 mn		44		66	2	7		11				10		2		2																																		
	45-60 mn	1	31	2	70	1	9	2	10				14	1	2																																				
06:00-07:00 PM	00-15 mn		28	1	68	2	8	1	8				9		3																																				
	15-30 mn		35	3	72	1	13		11				10	2																																					
	30-45 mn	1	45	1	74	3	11	2	13	2	1		12	1	3																																				
	45-60 mn		36	2	69	2	12	1	14	1			12	2	2																																				
TOTAL	0	40	0	960	42	0	2015	70	0	275	26	0	277	27	0	32	1	0	343	9	0	27	0	0	0	1	0	0	16	0	0	135	7	0	21	1	0	5	0	0	1	0	0	1	0	0	9	0	0	19	0
		40		1002		2085		301		304			33						352		27				1		16			142		22		5		1		1			9			19							

Figura 97

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED5 acumulado por cada 1 hora

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS					MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				SUB TOTAL	TOTAL																											
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	>=3 E		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353																														
07:00-08:00 AM	0	11	0	0	198	5	0	363	12	0	50	1	0	28	2	0	0	0	72	2	0	0	3	0	0	1	0	0	18	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
08:00-09:00 AM	0	10	0	0	163	9	0	390	14	0	57	3	0	76	3	0	10	0	0	70	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	34	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
12:00-01:00 PM	0	11	0	0	148	5	0	348	13	0	44	0	0	41	9	0	9	0	0	50	0	0	3	0	0	0	0	1	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0			
01:00-02:00 PM	0	5	0	0	152	12	0	355	16	0	41	8	0	45	8	0	6	0	0	54	0	0	6	0	0	0	0	0	5	0	0	33	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4	0		
05:00-06:00 PM	0	2	0	0	155	4	0	276	7	0	35	5	0	41	2	0	0	0	0	54	1	0	5	0	0	0	0	4	0	14	1	0	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0			
06:00-07:00 PM	0	1	0	0	144	7	0	283	8	0	44	4	0	46	3	0	2	0	0	46	3	0	8	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	
TOTAL	0	40	0	0	960	42	0	2015	70	0	271	30	0	277	27	0	33	0	0	346	6	0	27	0	0	1	0	0	16	0	135	7	0	21	1	0	5	0	1	0	1	0	0	9	0	0	19	0
		40			1002		2085		301		304		33						352		27			1		16			142		22		5		1		1			9			19					

Figura 98

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED5 por cada 15 minutos

HORA	MOTOTAXI			AUTO			TAXI			CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				SUB TOTAL	TOTAL																								
DIAGRA. VEH.																																																			
07:00-08:00 AM	00-15 min	1																																																	
	15-30 min																																																		
	30-45 min	2																																																	
	45-60 min	4																																																	
08:00-09:00 AM	00-15 min	3																																																	
	15-30 min	3																																																	
	30-45 min	2																																																	
	45-60 min	4																																																	
12:00-01:00 PM	00-15 min	1																																																	
	15-30 min	4																																																	
	30-45 min	1																																																	
	45-60 min	2																																																	
01:00-02:00 PM	00-15 min	2																																																	
	15-30 min	3																																																	
	30-45 min	2																																																	
	45-60 min	2																																																	
05:00-06:00 PM	00-15 min	2																																																	
	15-30 min	2																																																	
	30-45 min	2																																																	
	45-60 min	1																																																	
06:00-07:00 PM	00-15 min	3																																																	
	15-30 min	1																																																	
	30-45 min	1																																																	
	45-60 min																																																		
TOTAL	0	41	0	0	1049	49	0	2037	65	0	316	38	0	265	34	0	47	7	0	349	17	0	39	0	0	4	0	0	19	0	0	159	11	0	28	2	0	8	0	0	1	0	0	5	0	0	10	0	0	19	0

Figura 99

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED5 acumulado por cada 1 hora

HORA	MOTOTAXI			AUTO			TAXI			CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				SUB TOTAL	TOTAL																									
DIAGRA. VEH.																																																				
07:00-08:00 AM	1 hr	0	7	0	0	206	8	0	348	12	0	58	7	0	30	4	0	12	0	0	75	4	0	6	0	0	1	0	0	3	0	0	18	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
08:00-09:00 AM	1 hr	0	12	0	0	200	8	0	416	14	0	60	6	0	60	6	0	15	0	0	71	2	0	4	0	0	3	0	0	2	0	0	34	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0				
12:00-01:00 PM	1 hr	0	8	0	0	164	8	0	353	10	0	48	5	0	43	6	0	6	2	0	44	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	44	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0			
01:00-02:00 PM	1 hr	0	7	0	0	162	11	0	356	18	0	44	9	0	49	9	0	6	3	0	47	2	0	6	0	0	0	0	3	0	0	38	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	4	0			
05:00-06:00 PM	1 hr	0	5	0	0	166	5	0	282	6	0	48	6	0	51	4	0	4	1	0	65	2	0	10	0	0	0	0	5	0	0	17	1	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0				
06:00-07:00 PM	1 hr	0	2	0	0	151	9	0	282	5	0	58	5	0	40	6	0	4	1	0	47	4	0	10	0	0	0	0	3	0	0	8	3	0	4	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0				
TOTAL		0	41	0	0	1049	49	0	2037	65	0	316	38	0	265	34	0	47	7	0	349	17	0	39	0	0	4	0	0	19	0	0	159	11	0	28	2	0	8	0	0	1	0	0	5	0	0	10	0	0	19	0

Figura 100

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED5 por cada 15 minutos

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		SUB TOTAL	TOTAL																															
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	>=3T3																																			
07:00-08:00 AM	00-15 min		45 4	81 3	12 2	12 1	5	12 1	3	1	2		2		1					2																																		
	15-30 min	2	56 1	78 2	16 2	10 2	2	17	1			5	2	1																																								
	30-45 min	1	62 5	89 3	11	16	4	21 1	2		1	2	2							2																																		
	45-60 min	3	63 3	110 1	14 3	11 2	1	20 2		1																																												
08:00-09:00 AM	00-15 min	2	42 2	105 2	10 1	14	3	23				10	2	1					2																																			
	15-30 min	4	50 1	102 4	17	19 1	4	18 1	1		1	6	2																																									
	30-45 min	1	59 3	98 2	23 2	26 2	2	16 1	2		3	2							1																																			
	45-60 min	3	38 2	94 6	21 1	14 2	1	17 2	2	2	1	5	1	1					1																																			
12:00-01:00 PM	00-15 min	2	39 3	95 1	12 4	12 2		15	1		2	3				2			2																																			
	15-30 min		44 2	85 5	11 2	11 4	1	14 1	1		8																																											
	30-45 min	2	41 3	78 5	9	10 3	3	11			7	2	2		2																																							
	45-60 min	3	45 1	88 3	15 5	9 2	2	11	1		2								3																																			
01:00-02:00 PM	00-15 min	2	29 3	79 1	14 2	9		12 1			6	3																																										
	15-30 min	3	30 3	96 4	16 2	13 4	2	15	2	1	10	2				1			1																																			
	30-45 min	3	35 1	91 2	18 3	12 5	4 1	18 1	3		2	3																																										
	45-60 min	2	44 5	100 3	14	12		15	1		10					1			2																																			
05:00-06:00 PM	00-15 min	1	41 3	71 3	16 1	10	2	16 2	3		2	4	2			1																																						
	15-30 min	1	43 2	70 2	11 2	14 1	1	15	3		5	2	2						2																																			
	30-45 min	2	45 1	72 2	12	12 2		19 1	2		1	3	1						2																																			
	45-60 min	2	37 2	74 1	18	14 1	1	16	4 1		2	1	3			2				1																																		
06:00-07:00 PM	00-15 min	2	44	68 2	16 2	10 2	1	15 3			3	2	2 1																																									
	15-30 min	1	48 3	73	14 3	13 1		13 1	2		2								1																																			
	30-45 min	1	37 1	66 1	11 1	9 1	2 1	12 1	3		1	2	2						1																																			
	45-60 min	1	36 2	77 2	10	12 3	1	10	1																																													
TOTAL		0 39 0 0 0 1053 56 0 2040 60 0 341 38 0 304 41 0 42 4 0 361 19 0 38 1 0 4 0 0 20 0 0 93 22 0 23 2 0 2 0 0 3 0 0 11 0 0 6 0 0 22 0 0 1 0 0		0 39 0 0 0 1109 0 0 2100 0 379 0 345 0 46 0 380 0 39 1 0 4 0 0 20 0 0 115 0 25 0 2 0 2 0 0 3 0 0 11 0 0 6 0 0 22 0 0 1 0 0		0 176 13 189		0 192 7 199		0 211 11 222		0 223 11 234		0 215 7 222		0 222 9 231		0 234 10 244		0 200 14 214		0 185 10 195		0 175 14 189		0 160 13 173		0 186 11 197		0 154 7 161		0 187 15 202		0 189 13 202		0 201 8 209		0 167 11 178		0 167 9 176		0 160 8 168		0 173 6 179		0 161 12 173		0 168 9 177		0 149 8 157		0 148 7 155		0 4403 243 4646

Figura 101

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED5 acumulado por cada 1 hora

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		SUB TOTAL	TOTAL
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	>=3T3				
07:00-08:00 AM	1 hr	0 6 0 0 0 226 13 0 358 9 0 53 7 0 49 5 0 12 0 0 70 4 0 6 0 0 2 0 0 3 0 0 7 4 0 2 0 0 1 0 0 1 0 0 2 0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0		0 802 42 844																			
08:00-09:00 AM	1 hr	0 10 0 0 0 169 8 0 399 14 0 71 4 0 73 5 0 10 0 0 74 4 0 5 0 0 2 0 0 2 0 0 24 5 0 4 0 0 1 0 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0		0 671 40 911																			
12:00-01:00 PM	1 hr	0 7 0 0 0 169 9 0 346 14 0 47 11 0 42 11 0 6 0 0 51 1 0 3 0 0 0 0 0 4 0 0 18 2 0 2 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 4 0 0 5 0 0 0 0 0		0 706 48 754																			
01:00-02:00 PM	1 hr	0 7 0 0 0 138 12 0 366 10 0 62 7 0 46 9 0 6 1 0 60 2 0 6 0 0 0 0 0 3 0 0 26 2 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 3 0 0 0 0 0 0		0 731 43 774																			
05:00-06:00 PM	1 hr	0 4 0 0 0 166 8 0 287 8 0 287 8 0 57 3 0 50 4 0 4 1 0 56 3 0 12 1 0 0 0 0 5 0 0 13 5 0 5 1 0 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 4 0 0 1 0 0		0 667 34 701																			
06:00-07:00 PM	1 hr	0 5 0 0 0 165 6 0 284 5 0 51 6 0 44 7 0 4 2 0 50 5 0 6 0 0 0 0 0 3 0 0 5 4 0 4 1 0 0 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0		0 626 36 662																			
TOTAL		0 39 0 0 0 1053 56 0 2040 60 0 341 38 0 304 41 0 42 4 0 361 19 0 38 1 0 4 0 0 20 0 0 93 22 0 23 2 0 2 0 0 3 0 0 11 0 0 6 0 0 22 0 0 1 0 0		0 4403 243 4646																			

Figura 108

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED7 por cada 15 minutos

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	CAMION		SUB TOTAL			TOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E				
DIAGRA. VEH.														
07:00-08:00 AM		4	7 3	2	1		1							0 15 3 18
		10 3	6 2 1	1	1		1							0 19 5 24
		9 3	10 2 3		2	1 1	2 1		1					0 28 7 35
	2	17 1	15 4		1	1	1							0 37 5 42
		20	17 5	2 1	5	1				2				0 45 8 53
08:00-09:00 AM		10 2	27 4 3	2	2		1			2				0 43 8 51
		12 3	20 2 6		7	2 1	5		1					0 53 6 59
	1	13 3	12 6		4				1					0 31 9 40
		7	11 2	7 2	2		1		1					0 29 4 33
00:00-01:00 PM	2	12 1	7 4		5				3					0 29 5 34
		8	16 2	5 1	2	2	2	1	2	2				0 35 6 41
		4 3	9 4	5 1	1 1		2		1	2				0 22 11 33
		7 4	11 1	4	1		1	4	3	3				0 30 9 39
01:00-02:00 PM		6 5	12 1	4	1	1	4		3	3				0 30 10 40
		10 2	13 2	7 2	4	2	6	1	3					0 45 7 52
		11 4	12 3	6 1	5 1	1 2	5		2					0 42 11 53
		9 5	18 1	3	2 1		2							0 34 7 41
05:00-06:00 PM		9 1	14 4	2	1	1	1			1			1	0 28 7 35
		7 2	12 2	1	3								1	0 23 5 28
		10 2	15 5	2 1				1						0 28 8 36
		11 1	9 3	2	1					1				0 23 5 28
06:00-07:00 PM		8	10 3	1					1					0 20 3 23
		12 1	13 4	2	2		1	1		1				0 31 6 37
		8 4	15 3	2			3							0 33 8 41
TOTAL	0 5 0 0	0 234 50 0	0 311 72 0	0 70 9 0	0 56 3 0	0 12 6 0	0 42 1 0	0 2 2 0	0 21 17 0	0 0 3				0 753 163 916
	5	284	383	79	59	18	43	4	38	3				

Figura 109

Aforo del día lunes 24 de octubre del 2022 en el acceso ED7 acumulado por cada 1 hora

HORA	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	CAMION		SUB TOTAL			TOTAL
				SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E				
DIAGRA. VEH.														
07:00-08:00 AM	0 2 0 0	40 7 0 38	11 0 6 0 0 5 0 0 2 1 0 5 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0											0 99 20 119
08:00-09:00 AM	0 1 0 0	55 8 0 76	17 0 11 1 0 18 0 0 3 1 0 6 0 0 0 0 0 2 4 0 0 0 0											0 172 31 203
00:00-01:00 PM	0 2 0 0	31 4 0 43	12 0 17 4 0 10 1 0 2 0 0 5 0 0 0 0 1 0 5 4 0 0 0 0											0 115 26 141
01:00-02:00 PM	0 0 0 0	34 15 0 48	7 0 21 3 0 11 1 0 3 4 0 19 0 0 0 0 1 0 11 6 0 0 0 0											0 147 37 184
05:00-06:00 PM	0 0 0 0	35 10 0 59	12 0 8 1 0 6 1 0 1 0 0 3 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 2											0 113 27 140
06:00-07:00 PM	0 0 0 0	39 6 0 47	13 0 7 0 0 6 0 0 1 0 0 4 0 0 1 0 0 2 2 0 0 0 1											0 107 22 129
TOTAL	0 5 0 0	0 234 50 0	0 311 72 0	0 70 9 0	0 56 3 0	0 12 6 0	0 42 1 0	0 2 2 0	0 21 17 0	0 0 3				0 753 163 916
	5	284	383	79	59	18	43	4	38	3				

Figura 110

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED7 por cada 15 minutos

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS						MICRO	CAMION		SUB TOTAL			TOTAL														
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E																				
07:00-08:00 AM	00-15 min		6	2	10	5	2		2		1						0	23	7	30											
	15-30 min		12		5	4			1		1				1		0	21	6	27											
	30-45 min		15	5	12	5	4		3		1			1		1	0	35	15	50											
	45-60 min	2		9		22			1	1					1		0	34	2	36											
08:00-09:00 AM	00-15 min		23	3	9	6	1		4	1		1	2		1		0	40	11	51											
	15-30 min		12	4	29	6	4				1			1		0	46	11	57												
	30-45 min		10		22				1	2	2	1	3		1		0	41	3	44											
	45-60 min	1		8	4	10	4	2	3				1		1		0	25	9	34											
00:00-01:00 PM	00-15 min		10	1	10	2	10	1	4			3					0	37	4	41											
	15-30 min	1		9	4	12	1	4	3	1	1	1		2		0	31	8	39												
	30-45 min		14	2	16	3	4				1		2	1		0	36	7	43												
	45-60 min		1	8	2	8		6	2	2	1		3	2	1	0	28	8	36												
01:00-02:00 PM	00-15 min	1		12	3	10	2	2			1		2		1	2	0	29	7	36											
	15-30 min		8	4	14	3		2	2	2	1	1	5	1	1		0	30	14	44											
	30-45 min		14		8		5		5		2	4		2	1		0	38	3	41											
	45-60 min	1		10	6	14	4	8	6		1		2		2		0	44	10	54											
05:00-06:00 PM	00-15 min		8	4	16	3	5	1	4	2		1					0	34	10	44											
	15-30 min		12	1	18	4	4		2		1			1		1	0	38	6	44											
	30-45 min	1		7	1	10	5	2	5	1		2		1		1	0	28	7	35											
	45-60 min		9	2	13	3	2	1	2		1		2		2		0	30	8	38											
06:00-07:00 PM	00-15 min		11	1	8	4	6	1	2	2							0	27	9	36											
	15-30 min	1		8	1	12	2	5	1			1					0	28	3	31											
	30-45 min		14	2	11	3	6	2	4	2	1		1		1		0	38	10	48											
	45-60 min		8	2	14		7		3			3			1		0	36	3	39											
TOTAL		0	8	1	0	257	54	0	313	69	0	90	13	0	59	13	0	12	7	0	41	6	0	3	5	0	14	11	0	0	2
		9			311			382				103			72			19			47			8			25			2	

Figura 111

Aforo del día miércoles 26 de octubre del 2022 en el acceso ED7 acumulado por cada 1 hora

HORA	DIACRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS						MICRO	CAMION		SUB TOTAL			TOTAL														
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E																				
07:00-08:00 AM	1 hr	0	2	0	0	42	7	0	49	14	0	7	2	0	5	1	0	1	1	0	5	2	0	0	2	0	1	2	0	0	0
08:00-09:00 AM	1 hr	0	1	0	0	53	11	0	70	16	0	7	1	0	9	1	0	3	2	0	6	1	0	0	1	0	3	1	0	0	0
00:00-01:00 PM	1 hr	0	1	1	0	41	9	0	46	6	0	24	3	0	9	2	0	2	0	0	7	2	0	0	1	0	3	1	0	0	0
01:00-02:00 PM	1 hr	0	2	0	0	44	13	0	46	9	0	15	2	0	13	2	0	3	4	0	13	1	0	0	1	0	5	3	0	0	0
05:00-06:00 PM	1 hr	0	1	0	0	36	8	0	57	15	0	13	2	0	13	3	0	2	0	0	5	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0
06:00-07:00 PM	1 hr	0	1	0	0	41	6	0	45	9	0	24	3	0	10	4	0	1	0	0	5	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2
TOTAL		0	8	1	0	257	54	0	313	69	0	90	13	0	59	13	0	12	7	0	41	6	0	3	5	0	14	11	0	0	2
		9			311			382				103			72			19			47			8			25			2	

Figura 112

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED7 por cada 15 minutos

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	CAMION		SUB TOTAL			TOTAL																	
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E																					
07:00-08:00 AM	00-15 min			8	4	4									0	25	4	29														
	15-30 min	1		15	4	20	1	2	1						0	41	9	50														
	30-45 min			9	1	18	2	5							0	37	3	40														
	45-60 min	1	1	12	1	10	6	4	1	2					0	29	9	38														
08:00-09:00 AM	00-15 min			25		19									0	45	1	46														
	15-30 min	1		18	2	25		6	2						0	54	6	60														
	30-45 min			17	2	20	3	2							0	44	8	52														
	45-60 min	1		11		13	2	1							0	32	2	34														
00:00-01:00 PM	00-15 min			14	3	7	2	5	3						0	38	8	46														
	15-30 min	2		11	2	14	6	2							0	42	12	54														
	30-45 min			10	5	16		2	1						0	31	7	38														
	45-60 min			6		8	5								0	20	8	28														
01:00-02:00 PM	00-15 min			8	2	18		5	2						0	41	6	47														
	15-30 min			15	6	16	3	6	2						0	46	14	60														
	30-45 min			12	4	20	4	7							0	46	12	58														
	45-60 min			13	6	11	1	2							0	34	8	42														
05:00-06:00 PM	00-15 min			8	3	15	1	4							0	34	5	39														
	15-30 min	1		10		12	4	5	1						0	35	6	41														
	30-45 min			10	2	14	2	2							0	27	4	31														
	45-60 min			9	3	13	5	2	1						0	29	9	38														
06:00-07:00 PM	00-15 min			11		9	2	4							0	24	3	27														
	15-30 min	1		8	2	10	4	1	1						0	24	7	31														
	30-45 min			13	2	10	2	2							0	29	4	33														
	45-60 min			8	1	15	1	3							0	28	3	31														
TOTAL			0	8	1	0	281	51	0	341	60	0	76	15	0	54	8	0	9	4	0	47	5	0	1	0	0	18	13	0	0	1
			9			332				401			91			62				13		52			1			31			1	

Figura 113

Aforo del día viernes 28 de octubre del 2022 en el acceso ED7 acumulado por cada 1 hora

HORA	DIAGRA. VEH.	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS				MICRO	CAMION		SUB TOTAL			TOTAL																			
					SUV	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2 E	3 E																							
07:00-08:00 AM	1 hr	0	2	1	0	44	6	0	56	13	0	15	2	0	5	1	0	2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	
08:00-09:00 AM	1 hr	0	2	0	0	71	4	0	77	5	0	9	2	0	9	1	0	2	2	0	5	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
00:00-01:00 PM	1 hr	0	2	0	0	41	10	0	45	13	0	9	4	0	13	3	0	1	0	0	12	1	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0	
01:00-02:00 PM	1 hr	0	0	0	0	48	18	0	65	8	0	20	4	0	13	2	0	1	2	0	14	2	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	
05:00-06:00 PM	1 hr	0	1	0	0	37	8	0	54	12	0	13	2	0	9	1	0	2	0	0	7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
06:00-07:00 PM	1 hr	0	1	0	0	40	5	0	44	9	0	10	1	0	5	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL		0	8	1	0	281	51	0	341	60	0	76	15	0	54	8	0	9	4	0	47	5	0	1	0	0	18	13	0	0	1	0	0	1
		9			332			401		91			62			13				52		1			31			1			1			

Se realizo mediante gráficos las horas punta de cada acceso de las intersecciones de estudio, además de conocer el porcentaje de clasificación vehicular por cada giro en todos los accesos del aforo vehicular. Lo cual se puede observar para la intersección 01 desde la Figura 114 hasta la Figura 131 y para la intersección 02 desde la Figura 132 hasta la Figura 155.

En la intersección 01:

Figura 114

Gráfico en horas punta del acceso ED1, día lunes 24 de octubre del 2022

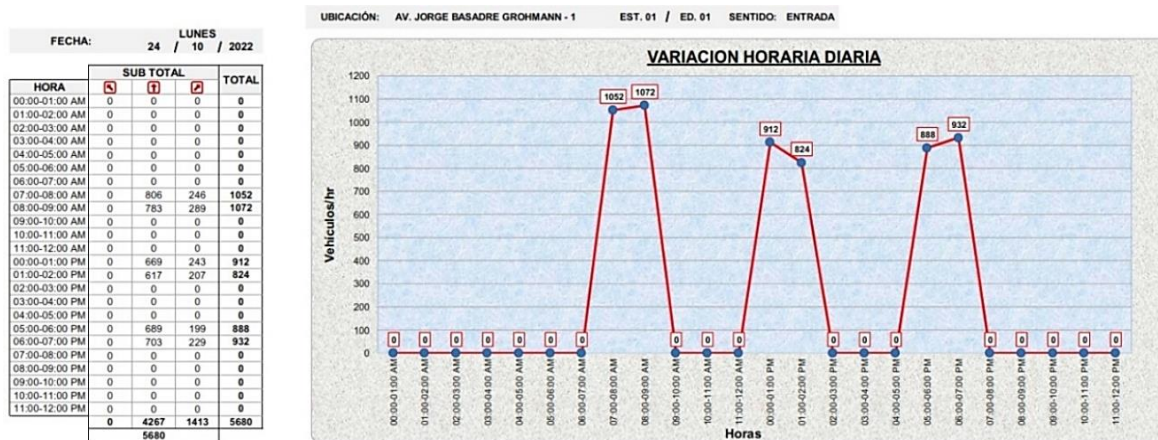


Figura 115

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED1, día lunes 24 de octubre del 2022

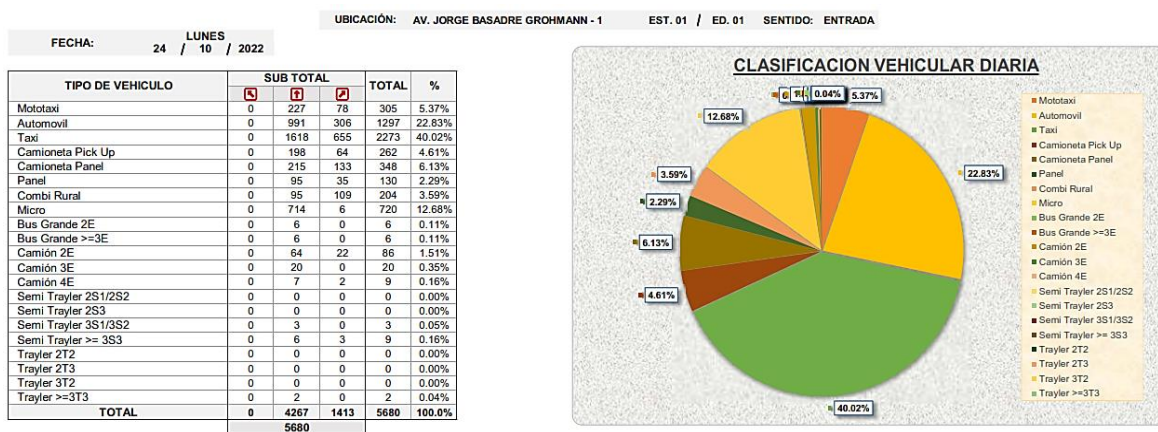


Figura 116

Gráfico en horas punta del acceso ED1, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL	TOTAL		
00:00-01:00 AM	0	0		
01:00-02:00 AM	0	0		
02:00-03:00 AM	0	0		
03:00-04:00 AM	0	0		
04:00-05:00 AM	0	0		
05:00-06:00 AM	0	0		
06:00-07:00 AM	0	0		
07:00-08:00 AM	0	795	238	1033
08:00-09:00 AM	0	808	298	1106
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	0	700	264	964
01:00-02:00 PM	0	610	204	814
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	0	684	205	889
06:00-07:00 PM	0	720	223	943
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	0	4317	1432	5749

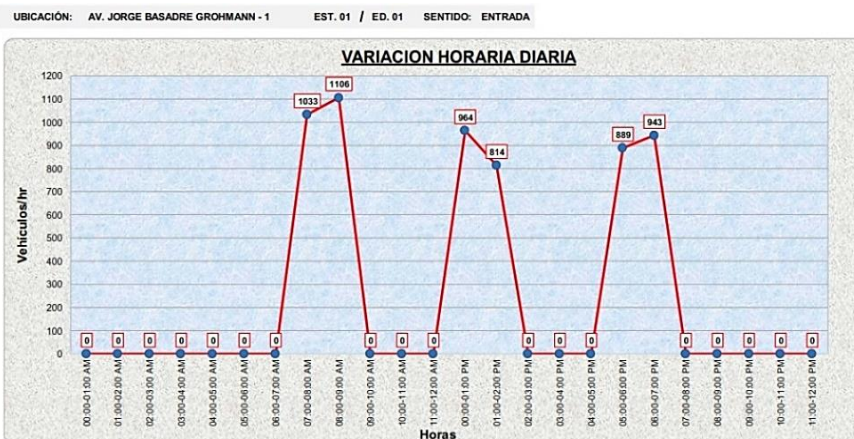


Figura 117

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED1, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

TIPO DE VEHICULO	SUB TOTAL	TOTAL	%		
Mototaxi	0	235	78	5.44%	
Automovil	0	1039	314	23.53%	
Taxi	0	1611	650	39.33%	
Camioneta Pick Up	0	182	75	4.47%	
Camioneta Panel	0	206	134	5.91%	
Panel	0	107	33	2.44%	
Combi Rural	0	95	116	211	3.67%
Micro	0	721	7	728	12.66%
Bus Grande 2E	0	6	0	6	0.10%
Bus Grande >=3E	0	7	0	7	0.12%
Camión 2E	0	74	19	93	1.62%
Camión 3E	0	17	3	20	0.35%
Camión 4E	0	4	1	5	0.09%
Semi Traylor 2S1/2S2	0	0	0	0	0.00%
Semi Traylor 2S3	0	1	0	1	0.02%
Semi Traylor 3S1/3S2	0	2	0	2	0.03%
Semi Traylor >= 3S3	0	10	2	12	0.21%
Traylor 2T2	0	0	0	0	0.00%
Traylor 2T3	0	0	0	0	0.00%
Traylor 3T2	0	0	0	0	0.00%
Traylor >=3T3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	0	4317	1432	5749	100.0%

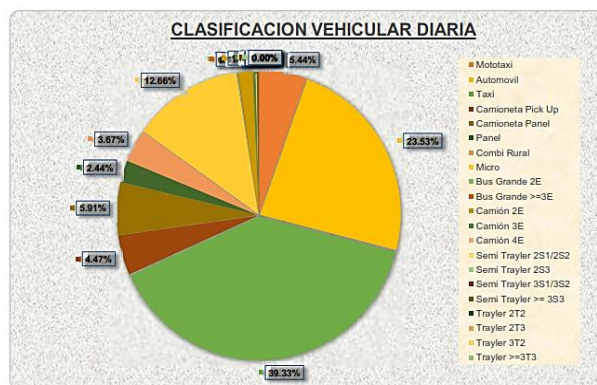


Figura 118

Gráfico en horas punta del acceso ED1, día viernes 28 de octubre del 2022

FECHA: VIERNES 28 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL	TOTAL		
00:00-01:00 AM	0	0		
01:00-02:00 AM	0	0		
02:00-03:00 AM	0	0		
03:00-04:00 AM	0	0		
04:00-05:00 AM	0	0		
05:00-06:00 AM	0	0		
06:00-07:00 AM	0	0		
07:00-08:00 AM	0	766	231	997
08:00-09:00 AM	0	774	284	1058
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	0	667	258	925
01:00-02:00 PM	0	570	186	756
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	0	678	199	877
06:00-07:00 PM	0	664	189	853
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	0	4119	1347	5466

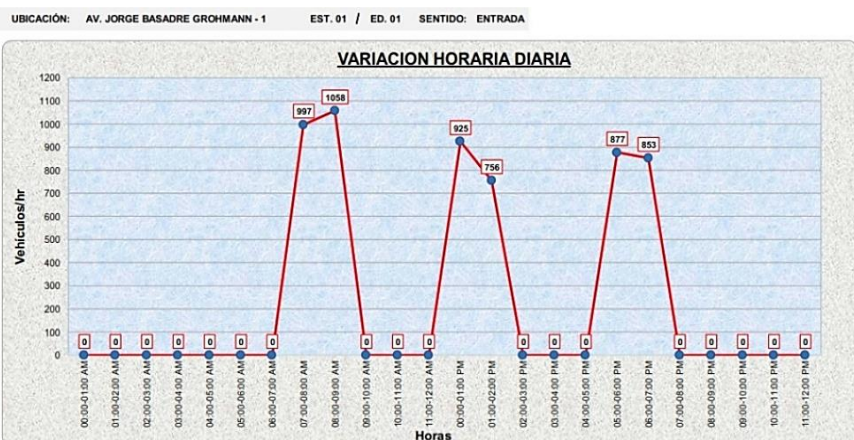


Figura 119

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED1, día viernes 28 de octubre del 2022

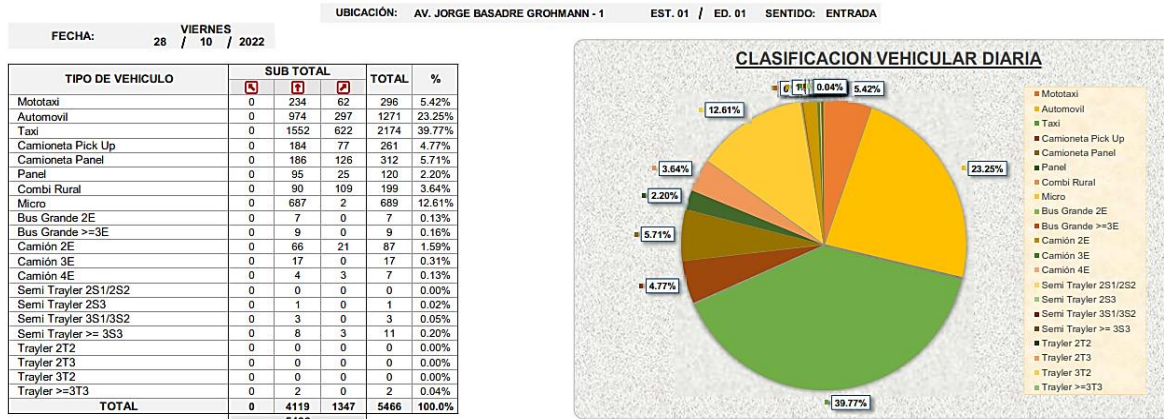


Figura 120

Gráfico en horas punta del acceso ED2, día lunes 24 de octubre del 2022

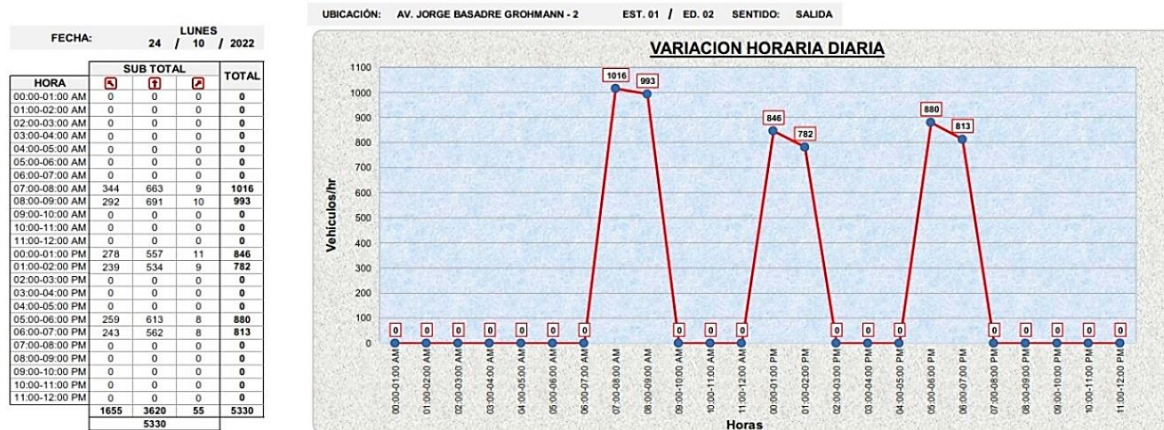


Figura 121

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED2, día lunes 24 de octubre del 2022

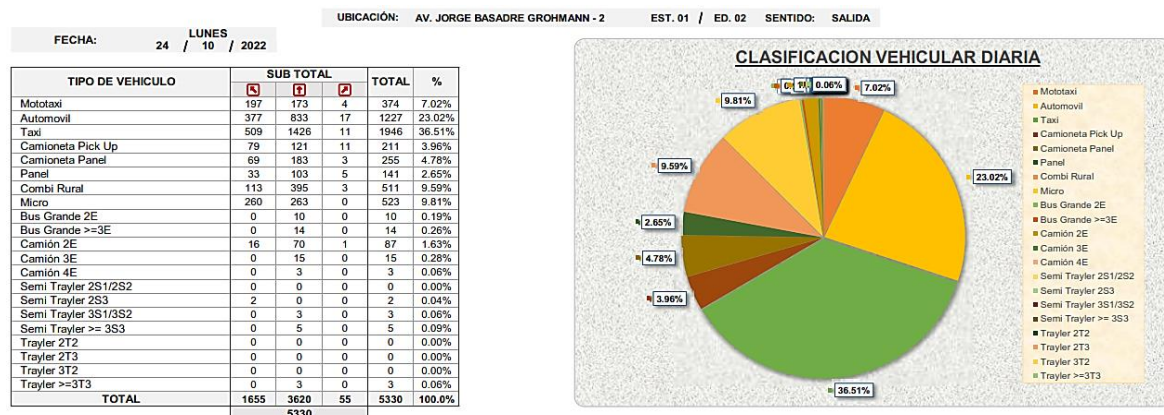


Figura 122

Gráfico en horas punta del acceso ED2, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL			TOTAL
	Q	T	P	
00:00-01:00 AM	0	0	0	0
01:00-02:00 AM	0	0	0	0
02:00-03:00 AM	0	0	0	0
03:00-04:00 AM	0	0	0	0
04:00-05:00 AM	0	0	0	0
05:00-06:00 AM	0	0	0	0
06:00-07:00 AM	0	0	0	0
07:00-08:00 AM	350	662	16	1028
08:00-09:00 AM	294	680	17	991
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	283	563	20	866
01:00-02:00 PM	235	544	7	786
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	264	615	13	892
06:00-07:00 PM	249	556	15	820
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	1675	3620	88	5383

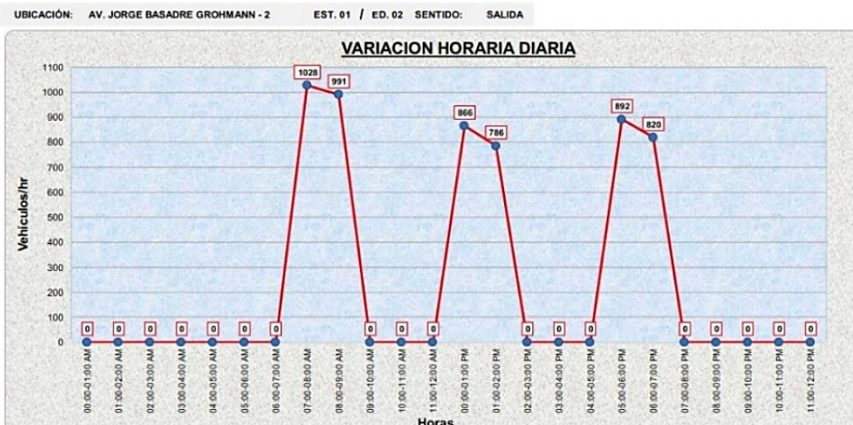


Figura 123

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED2, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

TIPO DE VEHICULO	SUB TOTAL			TOTAL	%
	Q	T	P		
Mototaxi	204	179	8	391	7.26%
Automovil	379	864	27	1270	23.59%
Taxi	501	1399	19	1919	35.65%
Camioneta Pick Up	81	118	14	213	3.96%
Camioneta Panel	71	185	6	262	4.87%
Panel	45	113	7	165	3.07%
Combi Rural	121	387	6	514	9.55%
Micro	256	257	0	513	9.53%
Bus Grande 2E	0	7	0	7	0.13%
Bus Grande >=3E	0	12	0	12	0.22%
Camión 2E	16	70	1	87	1.62%
Camión 3E	0	16	0	16	0.30%
Camión 4E	0	2	0	2	0.04%
Semi Trayer 2S1/2S2	0	0	0	0	0.00%
Semi Trayer 2S3	0	0	0	0	0.00%
Semi Trayer 3S1/3S2	0	3	0	3	0.06%
Semi Trayer >= 3S3	1	6	0	7	0.13%
Trayer 2T2	0	0	0	0	0.00%
Trayer 2T3	0	0	0	0	0.00%
Trayer 3T2	0	0	0	0	0.00%
Trayer >=3T3	0	2	0	2	0.04%
TOTAL	1675	3620	88	5383	100.0%

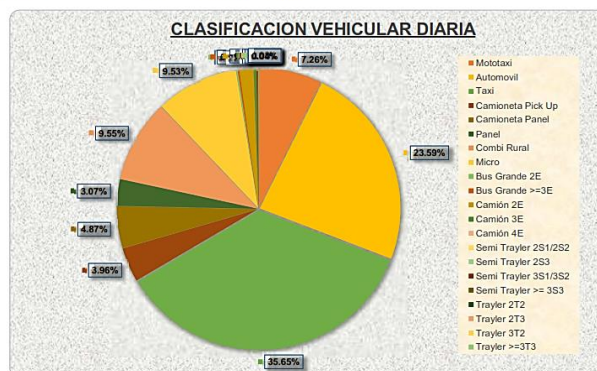


Figura 124

Gráfico en horas punta del acceso ED2, día viernes 28 de octubre del 2022

FECHA: VIERNES 28 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL			TOTAL
	Q	T	P	
00:00-01:00 AM	0	0	0	0
01:00-02:00 AM	0	0	0	0
02:00-03:00 AM	0	0	0	0
03:00-04:00 AM	0	0	0	0
04:00-05:00 AM	0	0	0	0
05:00-06:00 AM	0	0	0	0
06:00-07:00 AM	0	0	0	0
07:00-08:00 AM	330	633	13	976
08:00-09:00 AM	280	643	16	939
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	273	547	13	833
01:00-02:00 PM	217	509	14	740
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	271	617	9	897
06:00-07:00 PM	218	520	12	750
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	1589	3469	77	5135

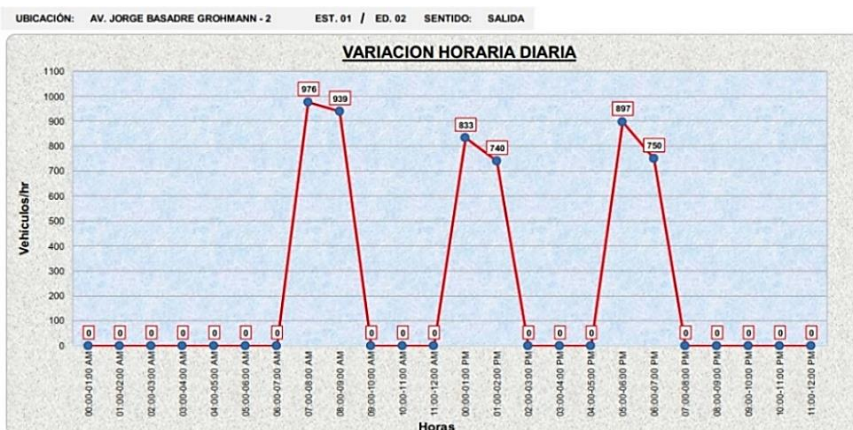


Figura 125

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED2, día viernes 28 de octubre del 2022

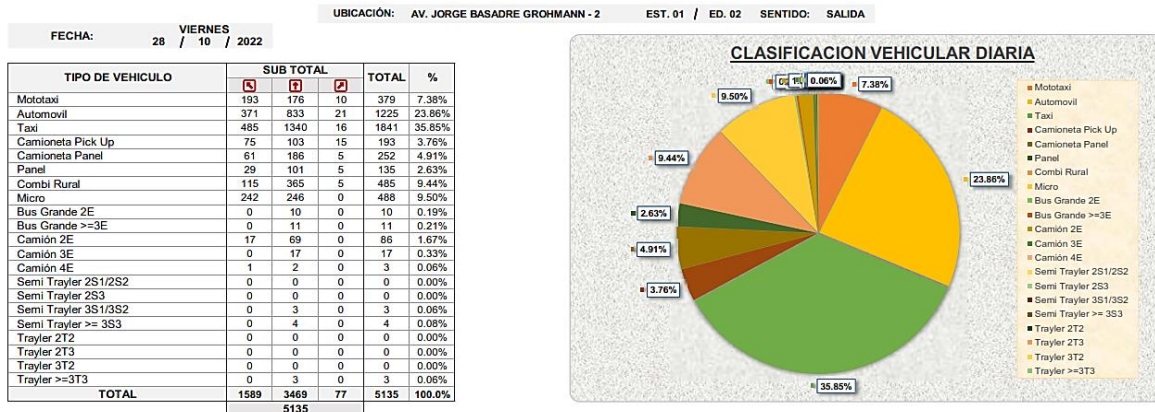


Figura 126

Gráfico en horas punta del acceso ED3, día lunes 24 de octubre del 2022

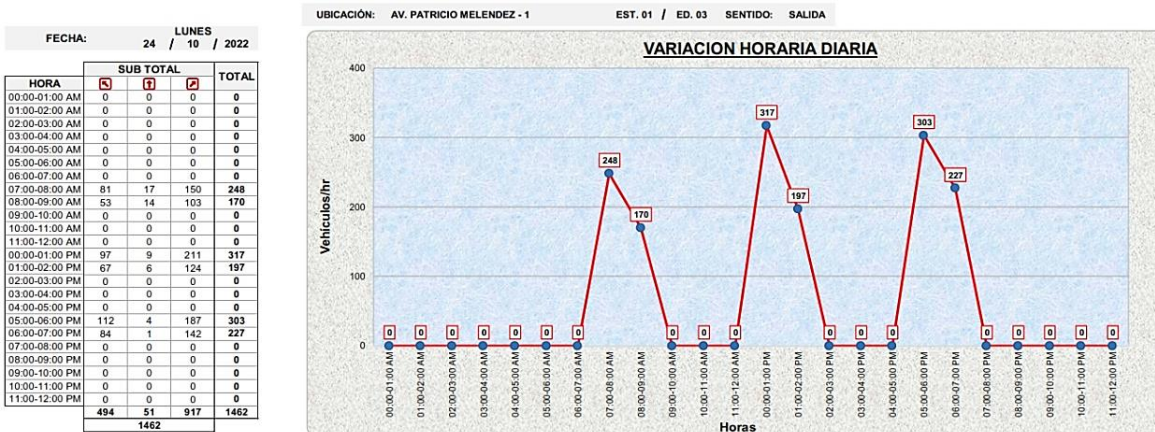


Figura 127

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED3, día lunes 24 de octubre del 2022

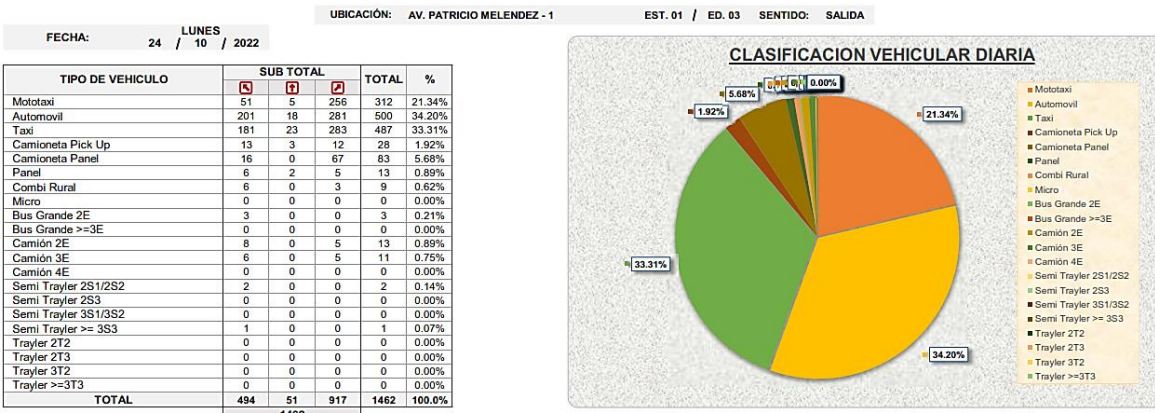


Figura 128

Gráfico en horas punta del acceso ED3, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL			TOTAL
	Q	T	P	
00:00-01:00 AM	0	0	0	0
01:00-02:00 AM	0	0	0	0
02:00-03:00 AM	0	0	0	0
03:00-04:00 AM	0	0	0	0
04:00-05:00 AM	0	0	0	0
05:00-06:00 AM	0	0	0	0
06:00-07:00 AM	0	0	0	0
07:00-08:00 AM	84	28	157	269
08:00-09:00 AM	67	19	110	196
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	106	7	227	340
01:00-02:00 PM	73	7	133	213
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	126	3	199	328
06:00-07:00 PM	98	2	156	256
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	554	66	982	1602



Figura 129

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED3, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

TIPO DE VEHICULO	SUB TOTAL			TOTAL	%
	Q	T	P		
Mototaxi	72	6	266	344	21.47%
Automovil	238	22	302	562	35.08%
Taxi	185	31	314	530	33.08%
Camioneta Pick Up	15	5	10	30	1.87%
Camioneta Panel	15	2	76	93	5.81%
Panel	6	0	4	10	0.62%
Combi Rural	11	0	2	13	0.81%
Micro	1	0	1	2	0.12%
Bus Grande 2E	2	0	0	2	0.12%
Bus Grande >=3E	0	0	0	0	0.00%
Camión 2E	7	0	6	13	0.81%
Camión 3E	0	0	1	1	0.06%
Camión 4E	0	0	0	0	0.00%
Semi Trailer 2S1/2S2	1	0	0	1	0.06%
Semi Trailer 2S3	0	0	0	0	0.00%
Semi Trailer 3S1/3S2	1	0	0	1	0.06%
Semi Trailer >= 3S3	0	0	0	0	0.00%
Trayler 2T2	0	0	0	0	0.00%
Trayler 2T3	0	0	0	0	0.00%
Trayler 3T2	0	0	0	0	0.00%
Trayler >=3T3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	554	66	982	1602	100.0%

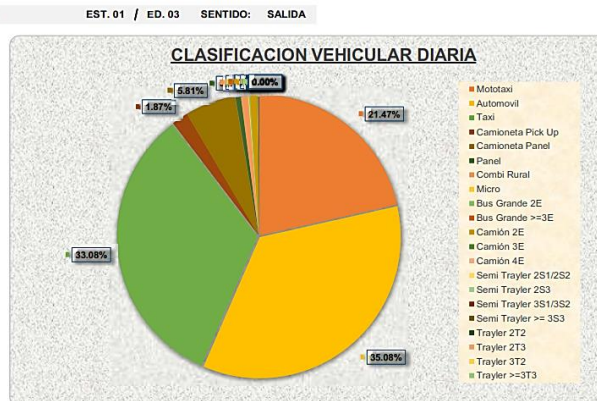


Figura 130

Gráfico en horas punta del acceso ED3, día viernes 28 de octubre del 2022

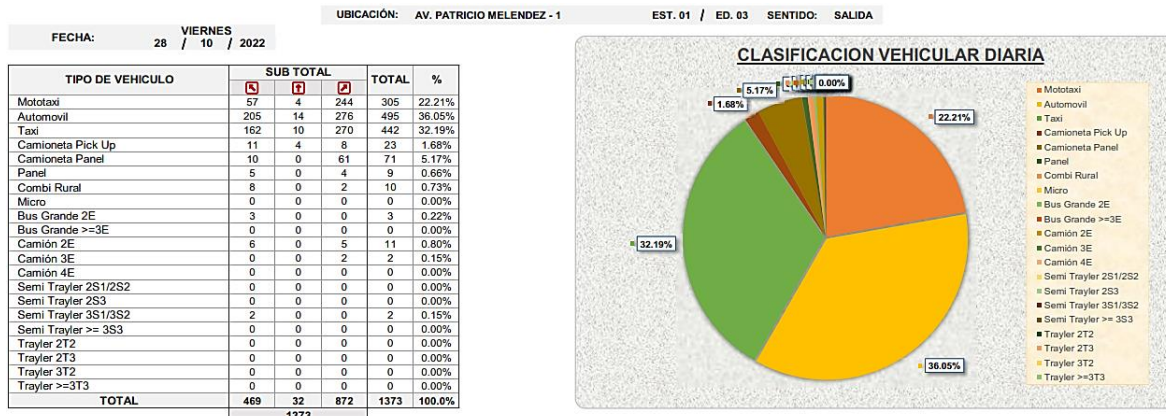
FECHA: VIERNES 28 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL			TOTAL
	Q	T	P	
00:00-01:00 AM	0	0	0	0
01:00-02:00 AM	0	0	0	0
02:00-03:00 AM	0	0	0	0
03:00-04:00 AM	0	0	0	0
04:00-05:00 AM	0	0	0	0
05:00-06:00 AM	0	0	0	0
06:00-07:00 AM	0	0	0	0
07:00-08:00 AM	74	11	135	220
08:00-09:00 AM	54	8	100	162
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	86	4	186	276
01:00-02:00 PM	66	4	126	196
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	108	3	182	293
06:00-07:00 PM	81	2	143	226
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	469	32	872	1373



Figura 131

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED3, día viernes 28 de octubre del 2022



En la intersección 02:

Figura 132

Gráfico en horas punta del acceso ED4, día lunes 24 de octubre del 2022

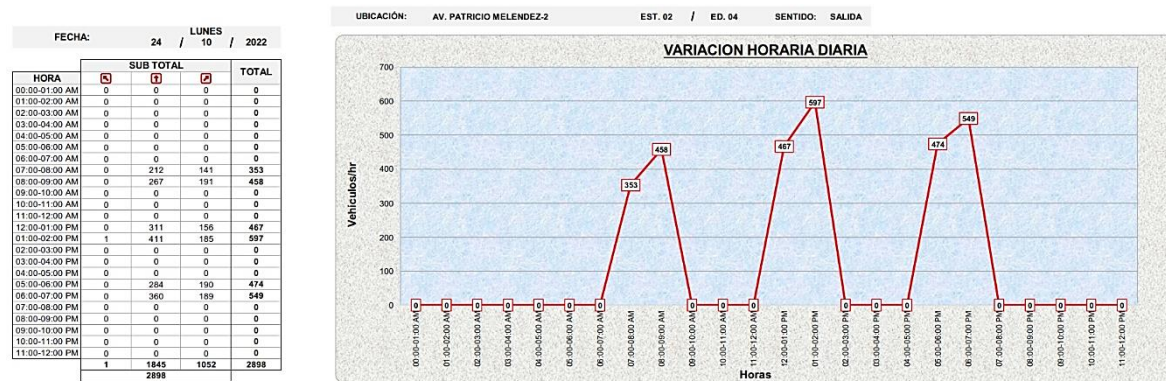


Figura 133

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED4, día lunes 24 de octubre del 2022

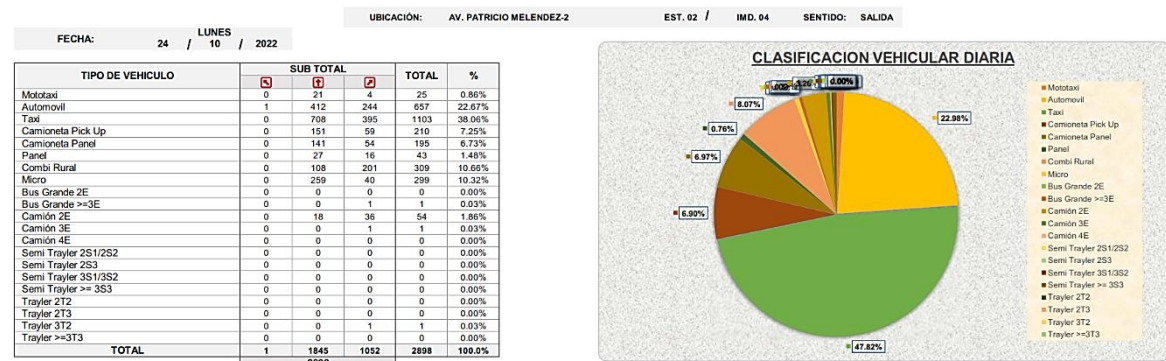


Figura 134

Gráfico en horas punta del acceso ED4, día miércoles 26 de octubre del 2022

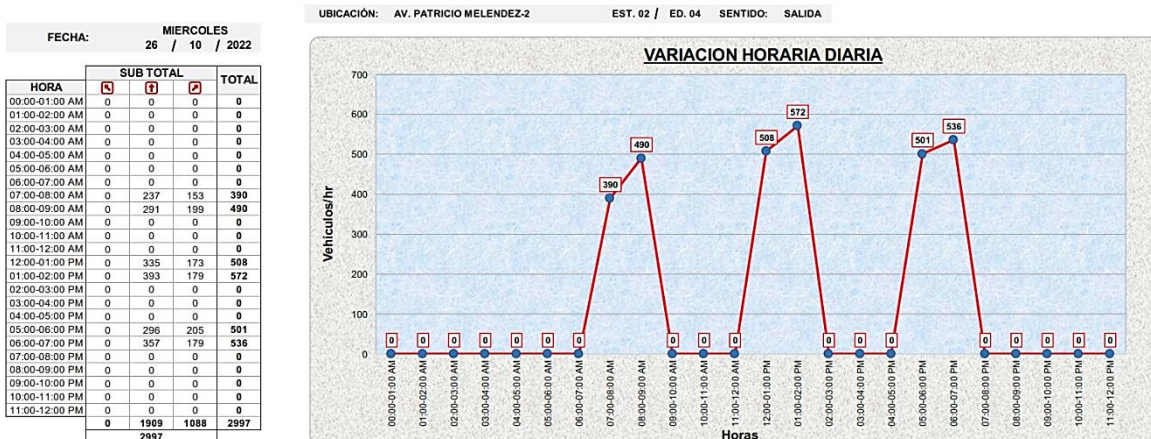


Figura 135

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED4, día miércoles 26 de octubre del 2022

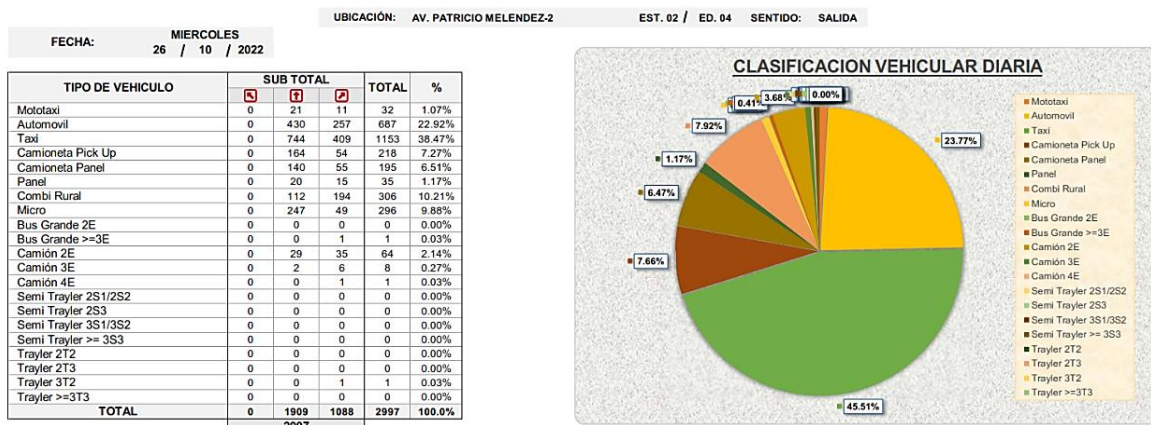


Figura 136

Gráfico en horas punta del acceso ED4, día viernes 28 de octubre del 2022

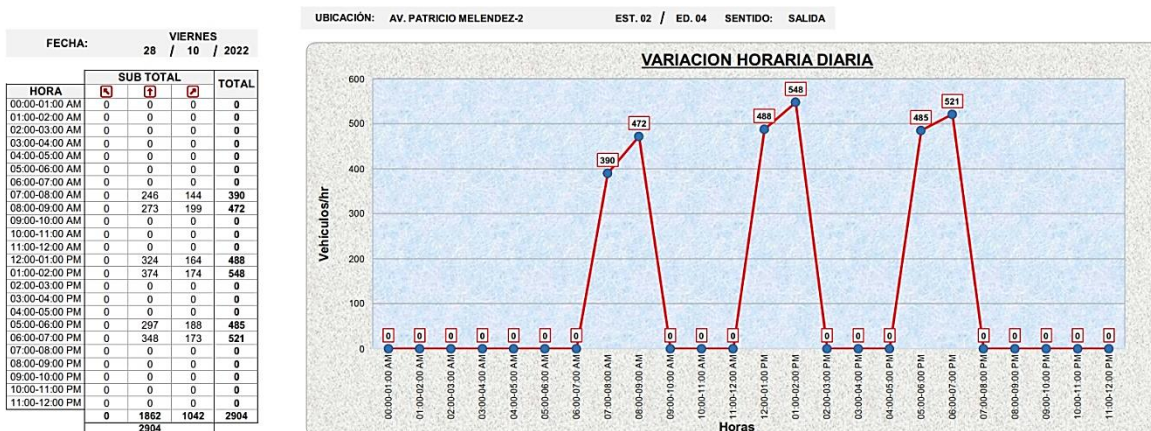


Figura 137

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED4, día viernes 28 de octubre del 2022

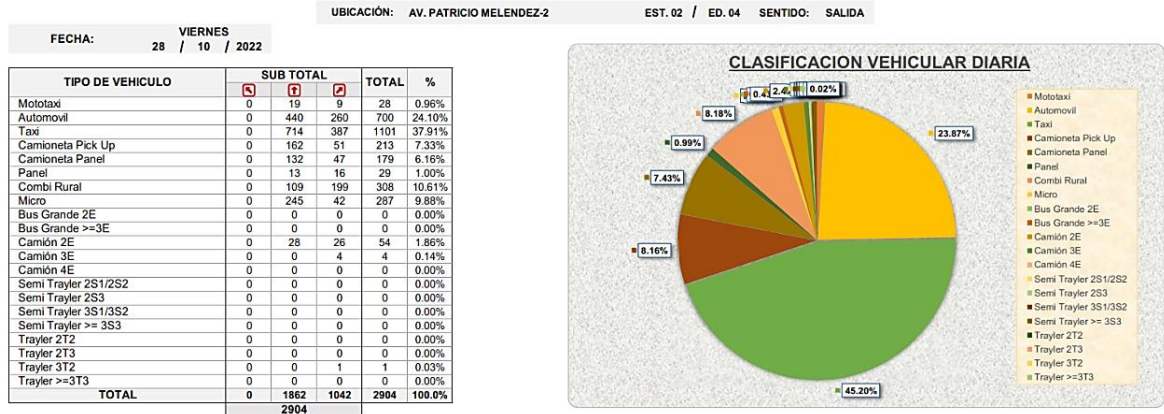


Figura 138

Gráfico en horas punta del acceso ED5, día lunes 24 de octubre del 2022

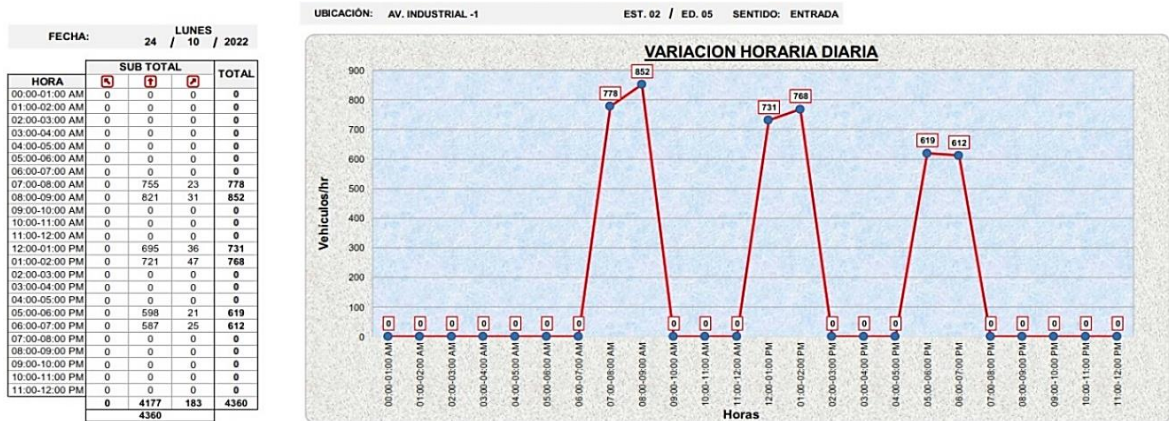


Figura 139

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED5, día lunes 24 de octubre del 2022

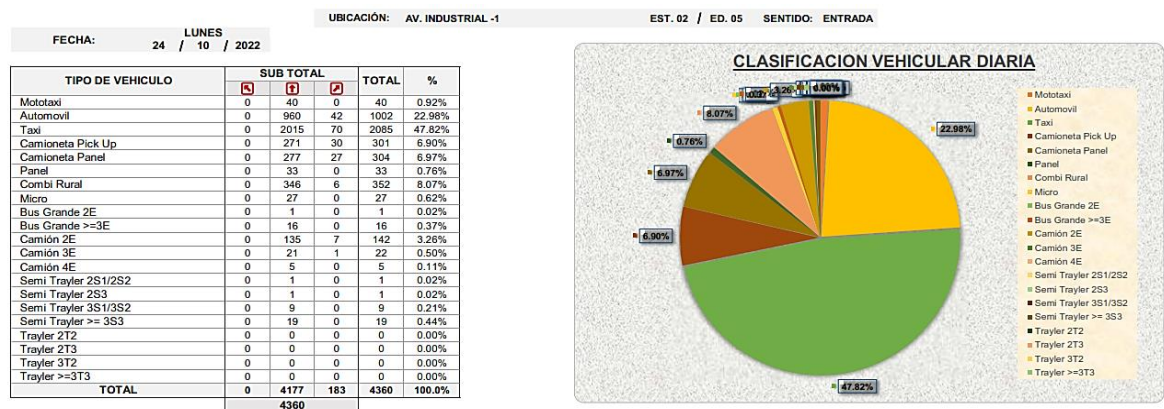


Figura 140

Gráfico en horas punta del acceso ED5, día miércoles 26 de octubre del 2022

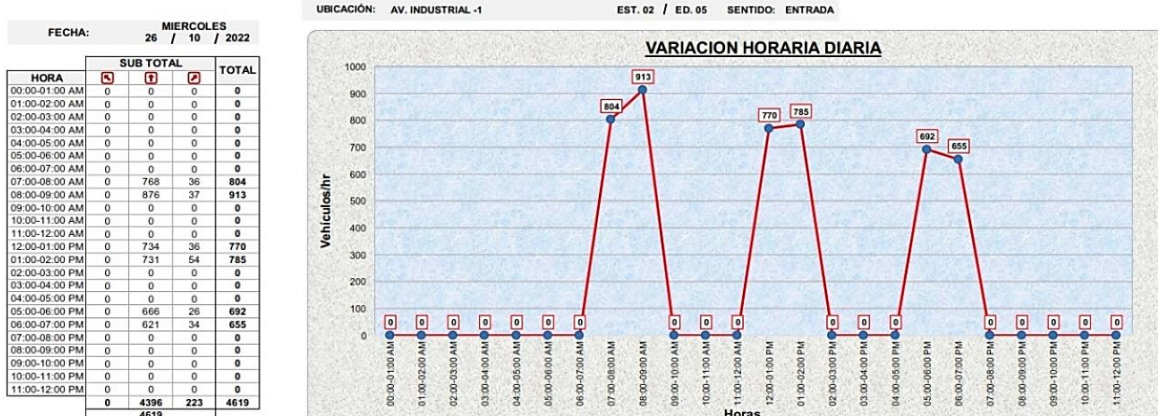


Figura 141

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED5, día miércoles 26 de octubre del 2022

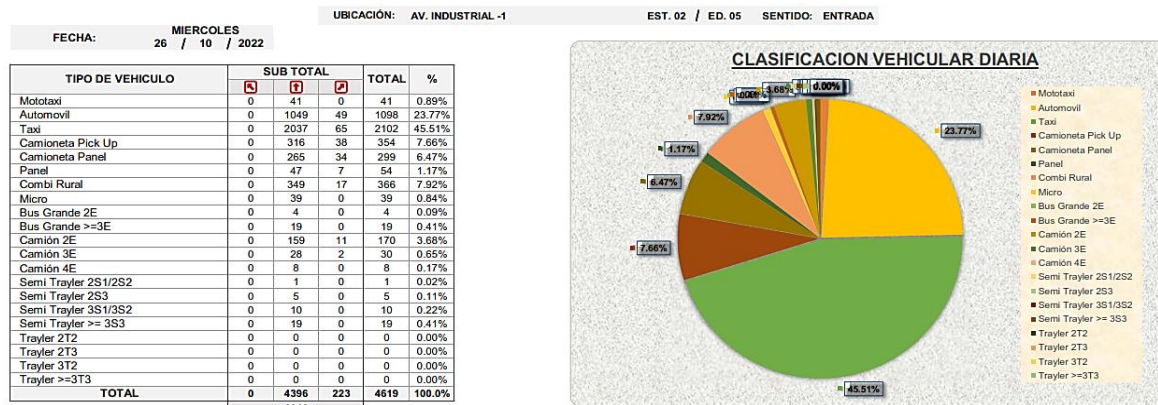


Figura 142

Gráfico en horas punta del acceso ED5, día viernes 28 de octubre del 2022

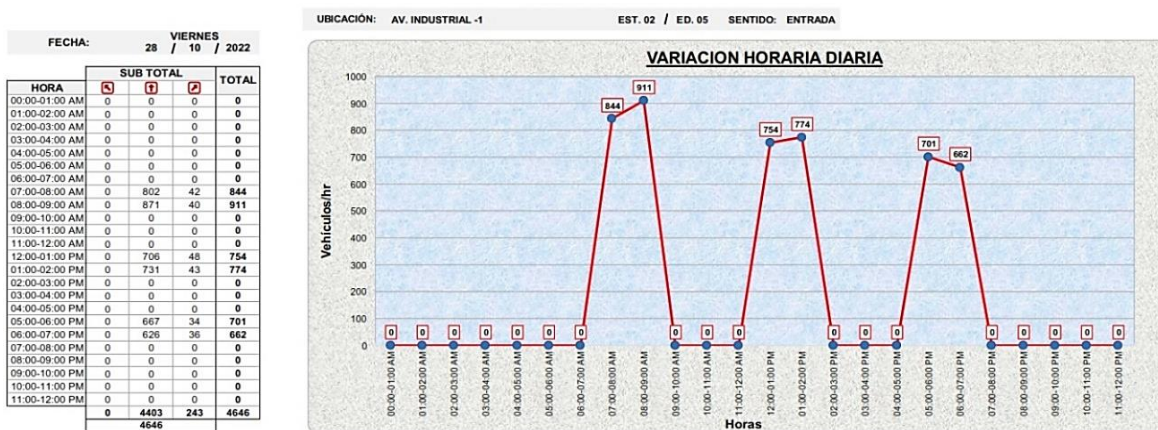


Figura 143

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED5, día viernes 28 de octubre del 2022

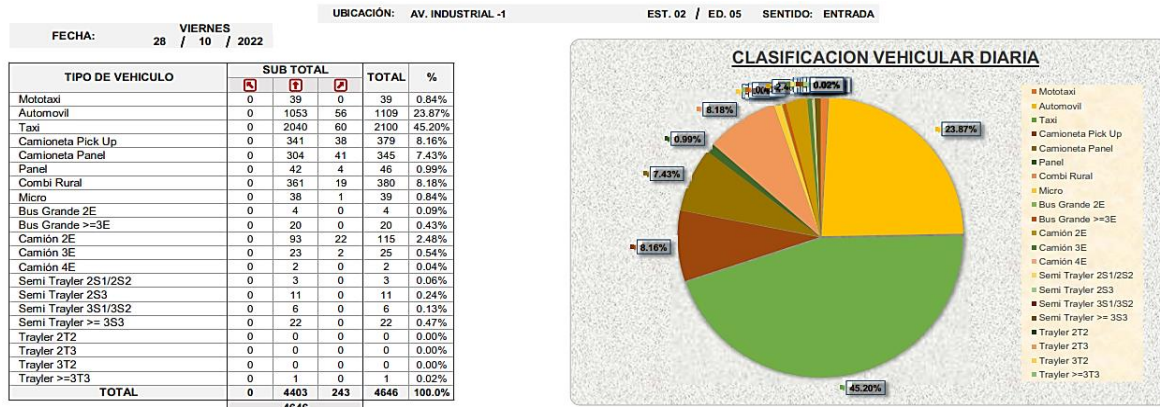


Figura 144

Gráfico en horas punta del acceso ED6, día lunes 24 de octubre del 2022

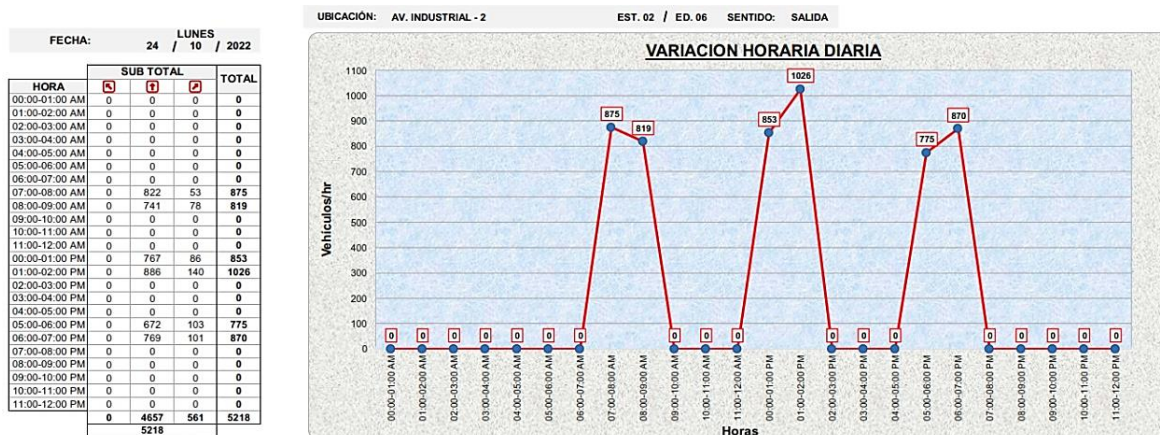


Figura 145

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED6, día lunes 24 de octubre del 2022

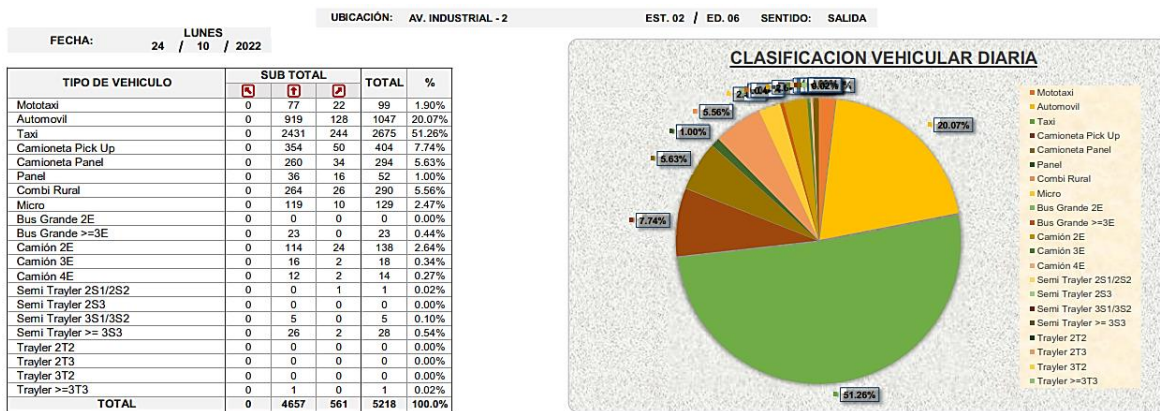


Figura 146

Gráfico en horas punta del acceso ED6, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL			TOTAL
	S	T	P	
00:00-01:00 AM	0	0	0	0
01:00-02:00 AM	0	0	0	0
02:00-03:00 AM	0	0	0	0
03:00-04:00 AM	0	0	0	0
04:00-05:00 AM	0	0	0	0
05:00-06:00 AM	0	0	0	0
06:00-07:00 AM	0	0	0	0
07:00-08:00 AM	0	835	66	901
08:00-09:00 AM	0	805	60	865
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	0	824	100	924
01:00-02:00 PM	0	873	110	983
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	0	773	94	867
06:00-07:00 PM	0	794	87	881
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	0	4904	517	5421

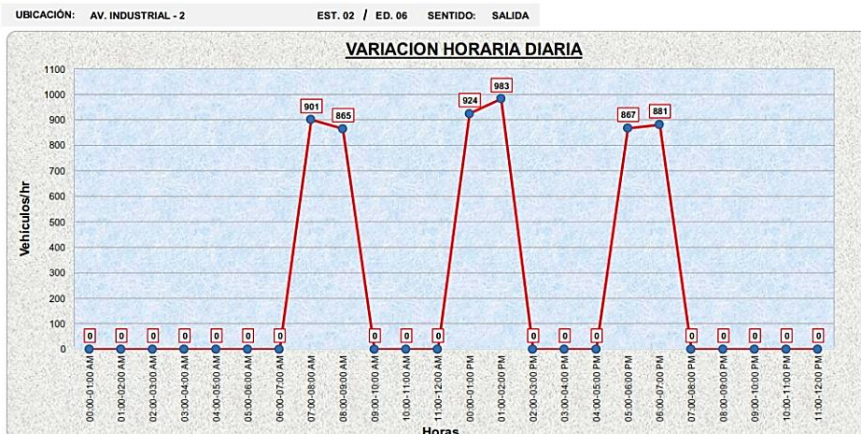


Figura 147

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED6, día miércoles 26 de octubre del 2022

FECHA: MIERCOLES 26 / 10 / 2022

TIPO DE VEHICULO	SUB TOTAL			TOTAL	%
	S	T	P		
Mototaxi	0	60	19	79	1.46%
Automovil	0	998	108	1106	20.40%
Taxi	0	2627	240	2867	52.89%
Camioneta Pick Up	0	376	41	417	7.69%
Camioneta Panel	0	271	36	307	5.66%
Panel	0	29	15	44	0.81%
Combi Rural	0	258	21	279	5.15%
Micro	0	115	8	123	2.27%
Bus Grande 2E	0	0	0	0	0.00%
Bus Grande >=3E	0	19	0	19	0.35%
Camión 2E	0	96	24	120	2.21%
Camión 3E	0	15	0	15	0.28%
Camión 4E	0	12	3	15	0.28%
Semi Traylor 2S1/2S2	0	0	2	2	0.04%
Semi Traylor 2S3	0	0	0	0	0.00%
Semi Traylor 3S1/3S2	0	5	0	5	0.09%
Semi Traylor >= 3S3	0	22	0	22	0.41%
Traylor 2T2	0	0	0	0	0.00%
Traylor 2T3	0	0	0	0	0.00%
Traylor 3T2	0	0	0	0	0.00%
Traylor >=3T3	0	1	0	1	0.02%
TOTAL	0	4904	517	5421	100.0%

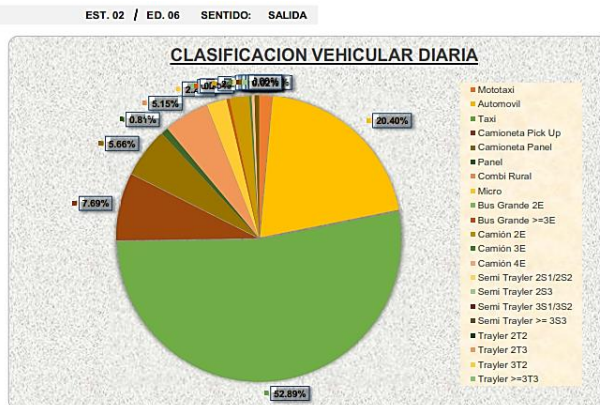


Figura 148

Gráfico en horas punta del acceso ED6, día viernes 28 de octubre del 2022

FECHA: VIERNES 28 / 10 / 2022

HORA	SUB TOTAL			TOTAL
	S	T	P	
00:00-01:00 AM	0	0	0	0
01:00-02:00 AM	0	0	0	0
02:00-03:00 AM	0	0	0	0
03:00-04:00 AM	0	0	0	0
04:00-05:00 AM	0	0	0	0
05:00-06:00 AM	0	0	0	0
06:00-07:00 AM	0	0	0	0
07:00-08:00 AM	0	865	74	939
08:00-09:00 AM	0	770	79	849
09:00-10:00 AM	0	0	0	0
10:00-11:00 AM	0	0	0	0
11:00-12:00 AM	0	0	0	0
00:00-01:00 PM	0	795	102	897
01:00-02:00 PM	0	867	115	982
02:00-03:00 PM	0	0	0	0
03:00-04:00 PM	0	0	0	0
04:00-05:00 PM	0	0	0	0
05:00-06:00 PM	0	709	99	808
06:00-07:00 PM	0	790	107	897
07:00-08:00 PM	0	0	0	0
08:00-09:00 PM	0	0	0	0
09:00-10:00 PM	0	0	0	0
10:00-11:00 PM	0	0	0	0
11:00-12:00 PM	0	0	0	0
TOTAL	0	4796	576	5372

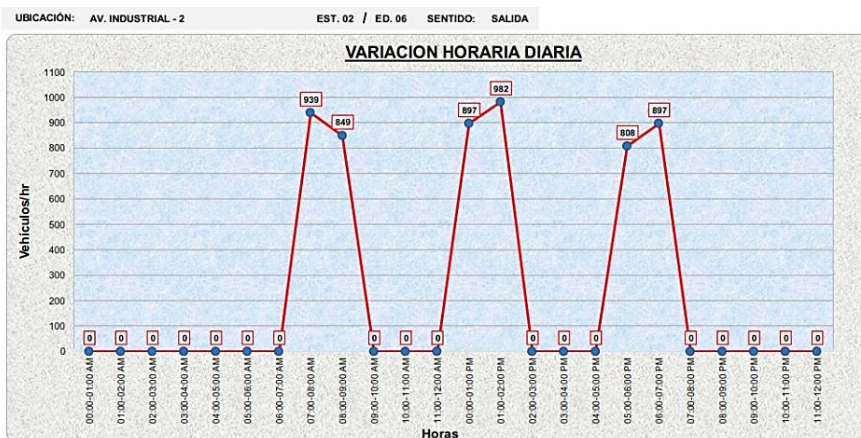


Figura 149

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED6, día viernes 28 de octubre del 2022

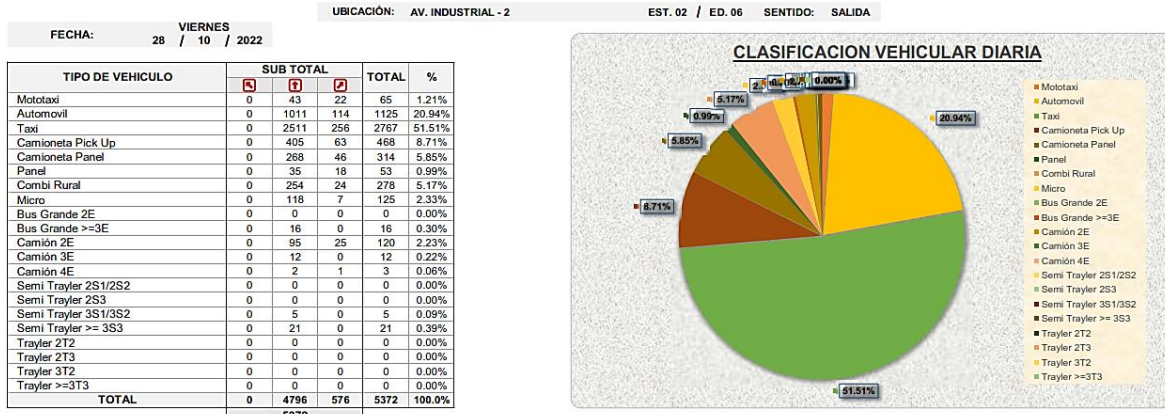


Figura 150

Gráfico en horas punta del acceso ED7, día lunes 24 de octubre del 2022

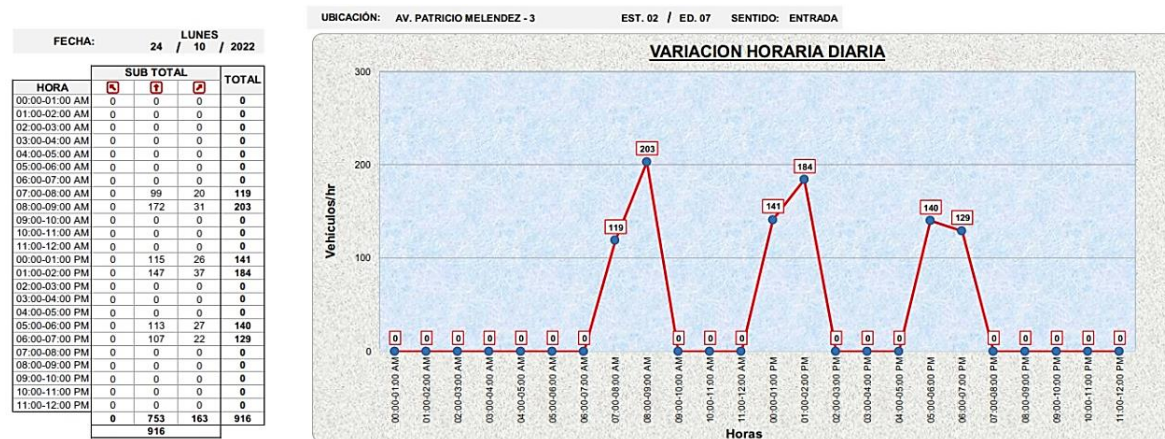


Figura 151

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED7, día lunes 24 de octubre del 2022

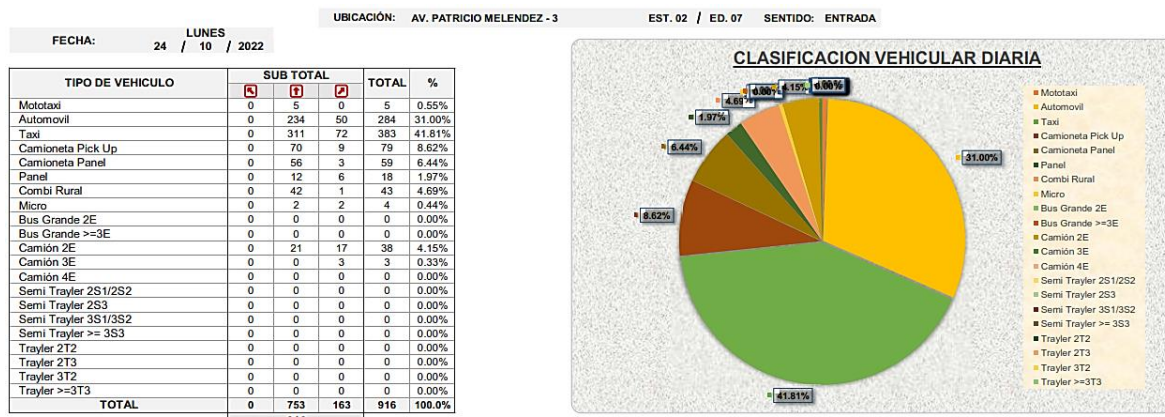


Figura 152

Gráfico en horas punta del acceso ED7, día miércoles 26 de octubre del 2022

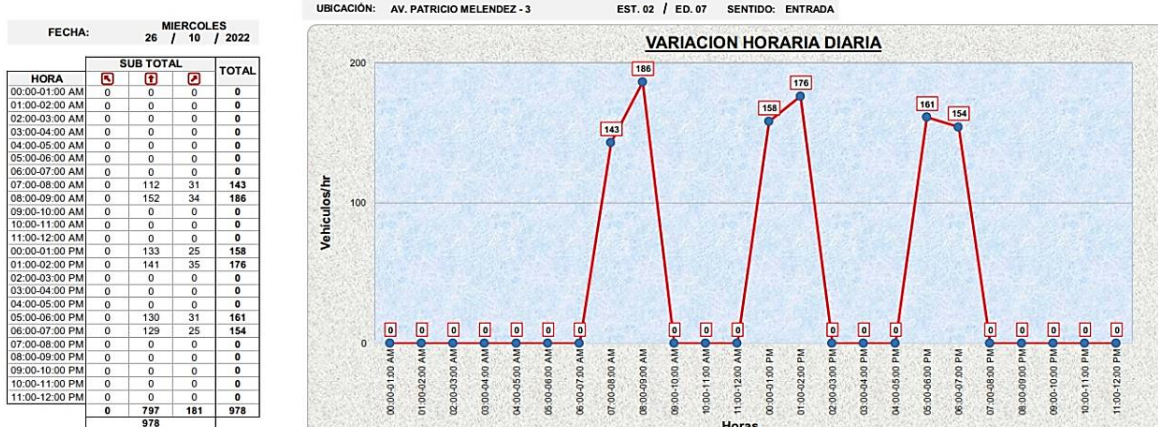


Figura 153

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED7, día miércoles 26 de octubre del 2022

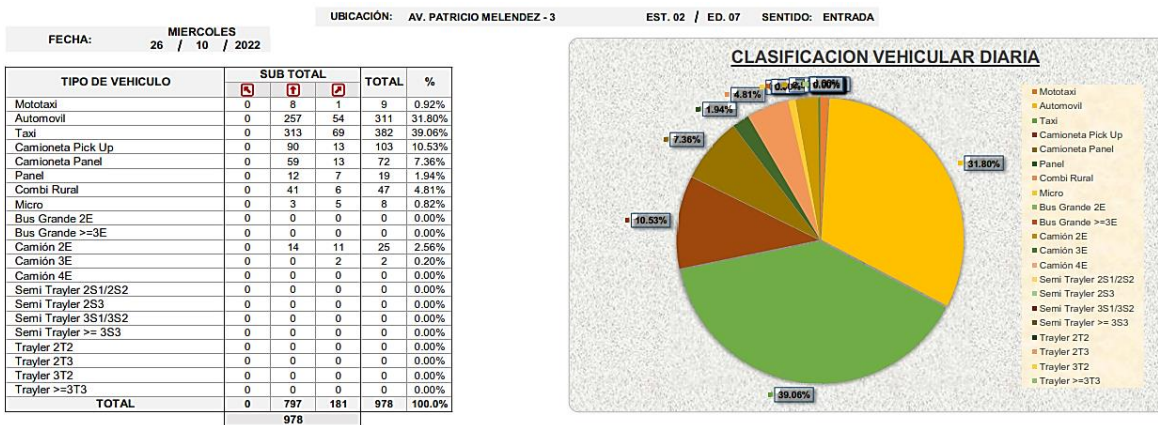


Figura 154

Gráfico en horas punta del acceso ED7, día viernes 28 de octubre del 2022

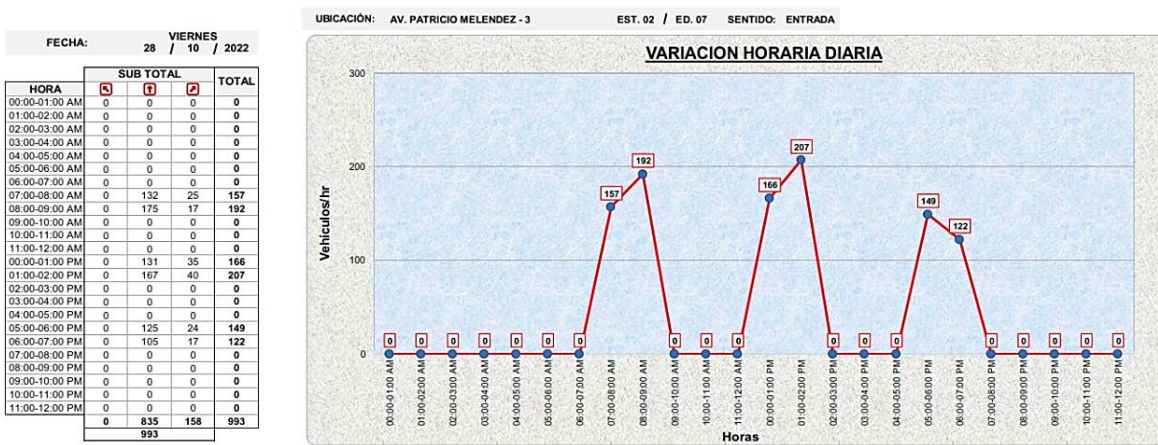
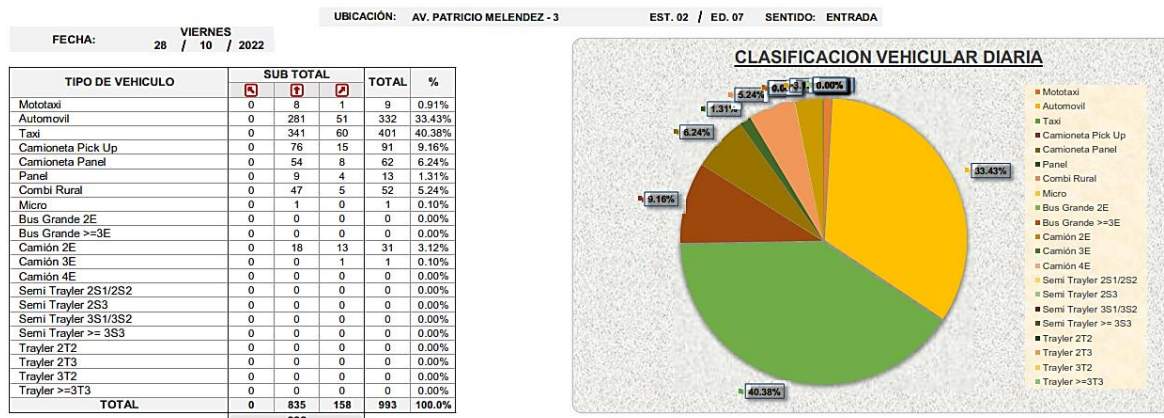


Figura 155

Gráfico de clasificación vehicular del acceso ED7, día viernes 28 de octubre del 2022



Para registrar las velocidades de cada acceso se procedió a encuestar y a subir a algunos vehículos para determinar la velocidad promedio en las que los vehículos transitaban por las intersecciones llegando a los siguientes resultados que se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Velocidades en cada acceso

Intersección	Acceso	Avenida	Velocidad
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1)	40 km/h a 50km/h
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2)	40 km/h a 50km/h
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1)	30 km/h a 40 km/h
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2)	30 km/h a 40 km/h
	ED 5	Av. Industrial (1)	40 km/h a 50 km/h
	ED 6	Av. Industrial (2)	40 km/h a 50 km/h
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3)	30 km/h a 40 km/h

Nota. Las velocidades que recorren los vehículos en cada acceso.

3.3. Materiales y/o Instrumentos

Para la ejecución de la tesis se necesitó de los siguientes instrumentos importantes, los cuales sirvieron de mucho cumpliendo una función esencial.

- Smartphones: Se utilizó para realizar fotografías y grabar videos en buena calidad para el conteo de aforo vehicular durante el tiempo que se usa. Lo cual se requirió que los smartphones tengan una capacidad mínima de 256 GB de almacenamiento.
- Trípodes: Se necesitó el uso de trípodes para cada smartphone, para tener estabilidad en cada estación donde nos ubicaremos.
- Wincha métrica: Se usó la wincha de lona con una longitud de 50 m. para realizar las mediciones geométricas de la vía como: el ancho de vía, berma, mediana, vereda y estacionamientos.
- Útiles de Oficina: Es indispensable para llenar los datos recopilados de campo y de los videos para poder pasarlo a la ficha de aforo vehicular.
- Laptops: Es de gran importancia su uso para el almacenamiento y procesamiento de datos, como el desarrollo del software PTV Vissim.
- Ficha de aforo vehicular: Se utilizó fichas tanto físico y digital para la recopilación de los datos del conteo vehicular.

3.4. Población y/o Muestra de Estudio

3.4.1. Población

La población está conformada por todos los vehículos que circulan en las intersecciones de la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann y Av. Industrial tramo Av. Patricio Meléndez.

3.4.2. Muestra

La muestra recopilada se deberá al flujo vehicular donde se transitan los vehículos en las intersecciones de la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann y Av. Industrial tramo Av. Patricio Meléndez, donde una de estas intersecciones tiene un estado crítico de flujo vehicular.

3.5. Operacionalización de Variables

En la tabla 10, se describe las variables operacionales:

Tabla 10*Operacionalización de variables*

Variables	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Variable Independiente: Mejora Vial	Se elabora con el objetivo de mejorar la congestión vehicular.	Diseño mediante software PTV Vissim	- Sección Vial - Fases de Semaforización - Implementación de infraestructura vial
Variable Dependiente: Nivel de Servicio	Define las condiciones de operación del flujo vehicular.	Desempeño Vial	- Tipos de Vehículos - Capacidad según el Aforo Vehicular

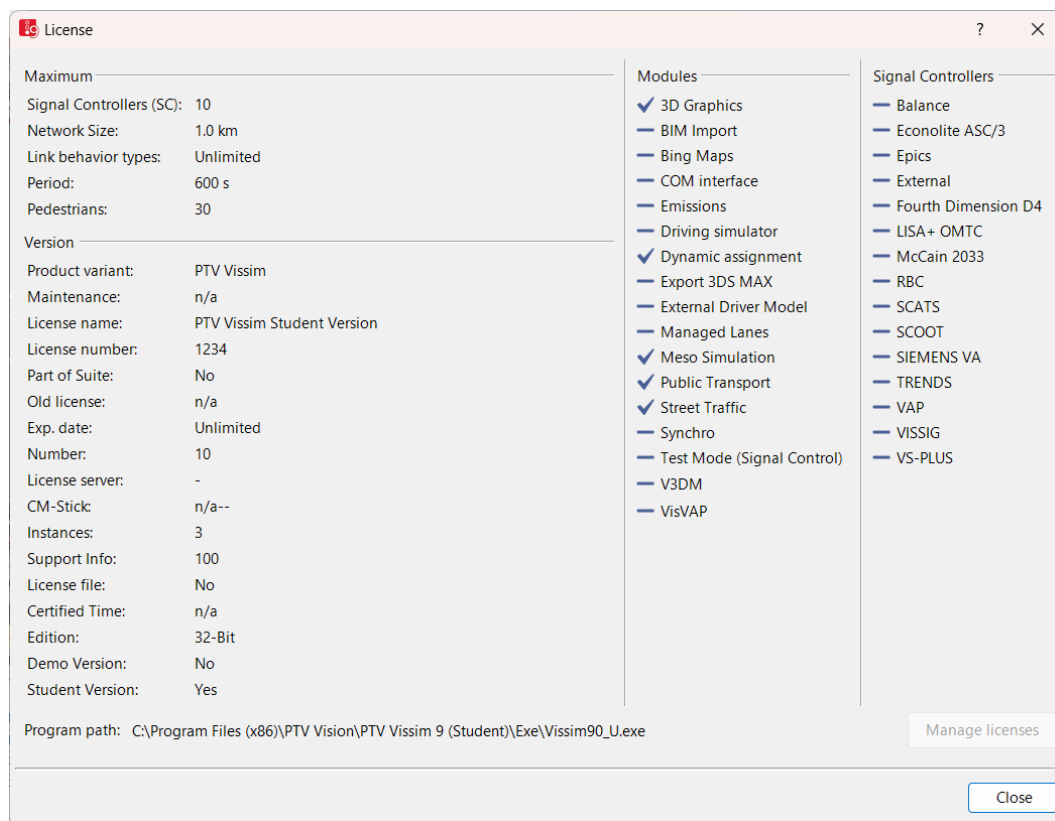
Nota. La identificación de las variables se aplica en todo en proyecto.

3.6. Procedimiento y Análisis de Datos

3.6.1. Licencia del Software PTV Vissim

Primeramente se identifica las restricciones que por su defecto nos brinda la licencia debido a que es una versión estudiantil del software PTV Vissim 9.00 que conlleva a ciertas limitaciones importantes como se observa en la Figura 156:

- Periodo de Simulación: El tiempo límite que nos permite el software hacer la simulación es de 600 segundos o 10 minutos por ser una versión estudiantil.
- Cantidad de Peatones: Nos permite, implementar por cada red vial elaborada, solamente la cantidad de 30 peatones.
- Distancia del Área de Estudio: El software nos permite tener un rango de estudio de 1 kilómetro, al momento de importar la imagen se procede a escalar la intersección que vamos a evaluar.
- Cantidad de Semáforos: La cantidad máxima permitida en añadir es un límite de 10 semáforos en todo el proyecto.
- Mapas: El software no nos permite visualizar los mapas del área de estudio, lo cual nos permite insertar y escalar la imagen del área de estudio.

Figura 156*Licencia para la versión estudiantil*

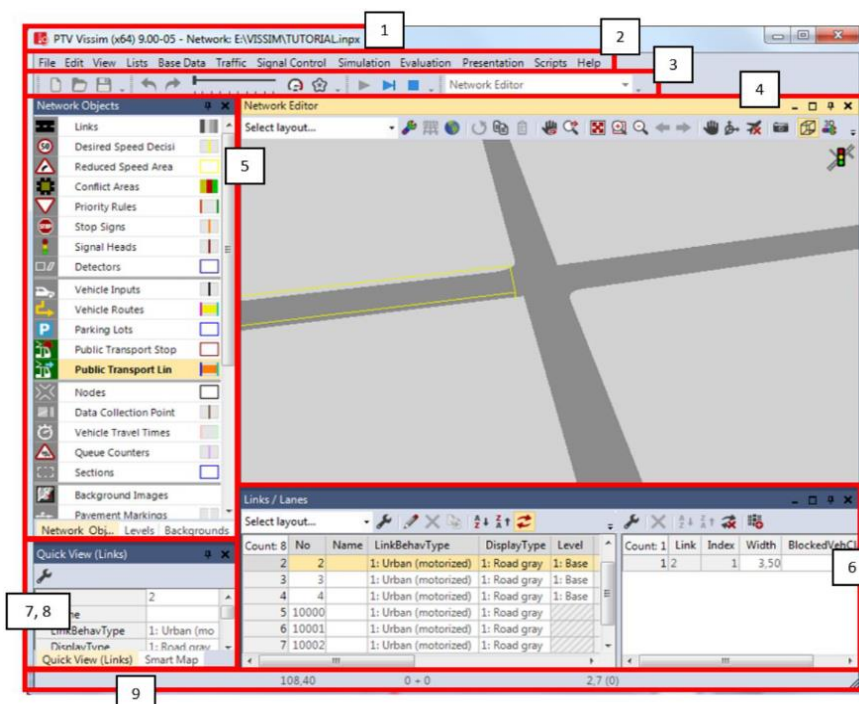
Nota. Ventana de la licencia del Software Vissim v9.00 (Versión estudiantil)

3.6.2. Interfaz Gráfica de Usuario

El software tiene una interfaz que incluye controles gráficos para modelar y optimizar los proyectos viales como se observa en la Figura 157 y como se describen las interfases en la Tabla 11.

Figura 157

Interfaz gráfica de usuario



Nota. Elementos de la interfaz gráfica de usuario. (PTV VISSIM, 2016)

Tabla 11

Descripción de la interfaz

Elementos	Descripción
1) Barra de título	Señala el nombre y versión del programa. Además de ubicar el lugar de almacenamiento.
2) Barra de menú	Puede invocar funciones del programa a través de menús.
3) Barra de herramientas	Produce funciones del software como el guardar y reproducir a simulación.
4) Editor de red	Muestra la red actual y más redes que tienen su vista personalizada.
5) Objetos de red	Está compuesta por barras de herramientas de objetos, de niveles y de fondo que ayudan a realizar el modelado de un proyecto.
6) Lista	Sirve para editar, agregar y cambiar componentes de atributos del objeto de red.
7) Vista rápida	Muestra y cambia los atributos asignados de los objetos.
8) Mapa inteligente	Muestra una descripción general a pequeña escala de red
9) Barra de estado	Muestra la posición del cursor y el tiempo de la simulación.

Nota. Descripción de elementos de la interfaz gráfica de usuario. (PTV VISSIM, 2016)

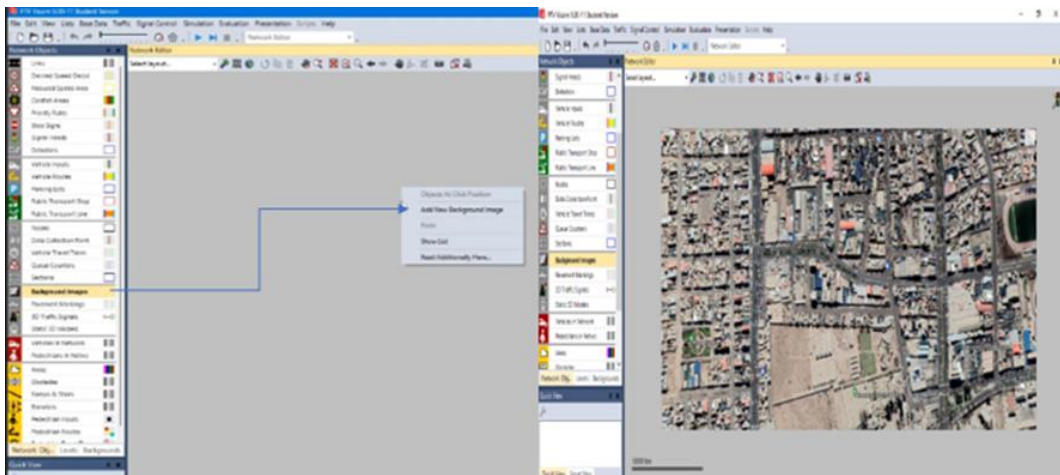
3.6.3. Procesamiento para la Elaboración de la Red Vial

3.6.3.1. Background images

Para comenzar a crear el modelo, el software Vissim 9.00 nos permite insertar la imagen de la zona de estudio, denominado Background images. Para lo cual, se hizo la medición de la imagen con las dos intersecciones en estudio con la ayuda de Google Earth Pro, cabe recalcar que el software solo te permite importar imágenes en estudio de 1 kilómetro cuadrado, tal como se observa la incorporación de la imagen en la Figura 158 y se escala en la Figura 159.

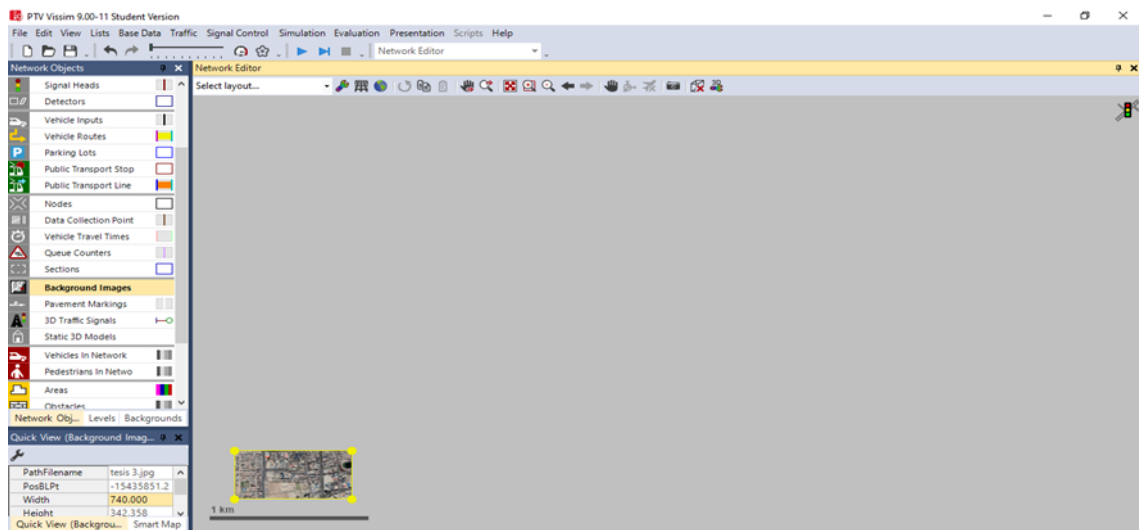
Figura 158

Incorporación de la imagen de estudio



Nota. Incorporación de la imagen de la zona de estudio obtenida por Google Earth Pro.

El software te brinda la facilidad de poder escalar la imagen, para poder tener una medida aproximada a la real y poder dibujar las geometrías de las vías.

Figura 159*Escalado de la imagen de estudio*

Nota. Escalado de imagen de la zona de estudio para trabajar con las medidas exactas y reales.

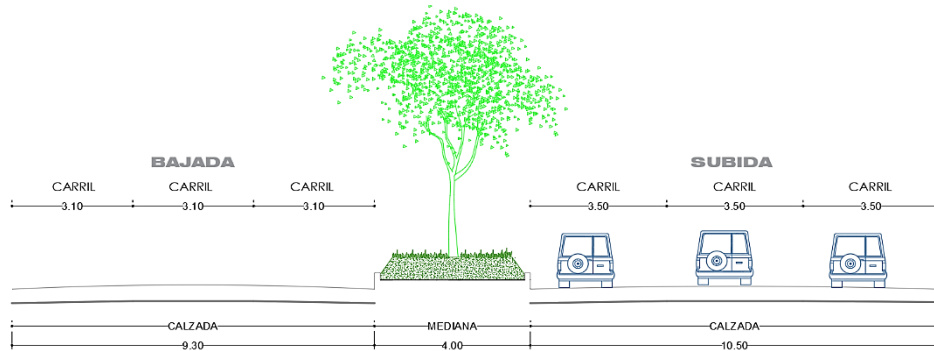
3.6.3.2. Links y Conectores

Son herramientas nos permite diseñar la red vial con cualquier tipo de unión y trazo de una vía con un sentido de flujo en específico e incluso poner un nombre respectivo.

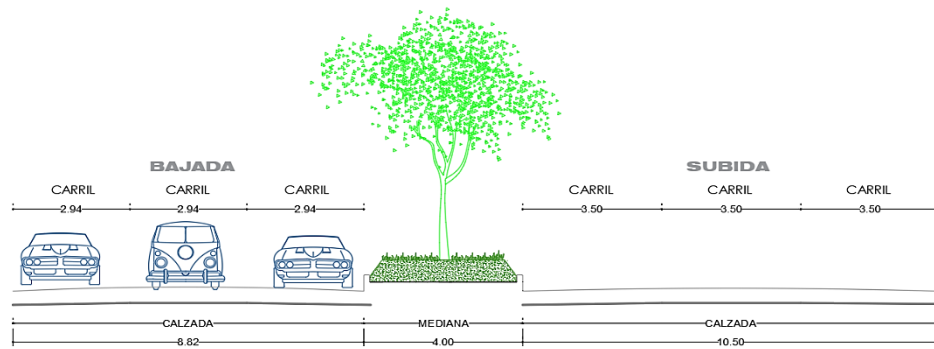
Para nuestro modelo de microsimulación, se recopilaron los datos obtenidos en campo de la geometría de las vías de todos los carriles en las intersecciones de Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez y Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez.

Mediante la medición de las vías en estudio y las secciones realizadas en AutoCAD, se procedió a extraer los datos como el ancho de la calzada y el número de carriles para el diseño de la red vial, mediante la Figura 160, 161 y 162 para la intersección 01 y la Figura 163, 164, 165 y 166 para la intersección 02.

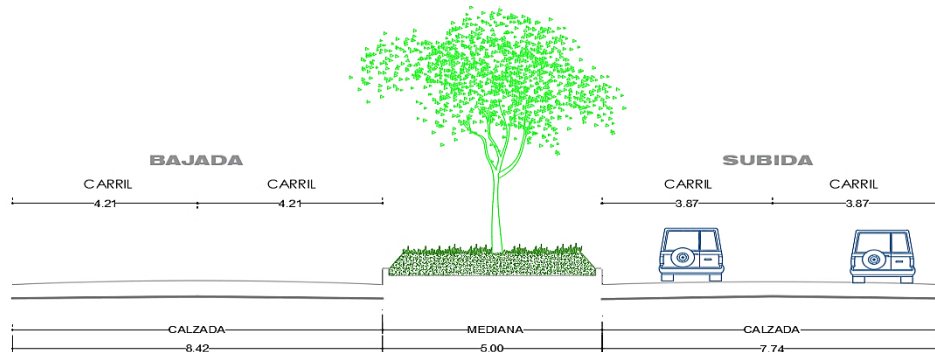
En la intersección 01:

Figura 160*Medida de los carriles, acceso ED1*

Nota. En la Av. Jorge Basadre Grohmann (1) cuenta 6 carriles, de los cuales 3 carriles son de 3,50 m con sentido de subida y los otros 3 carriles de 3,10 m con sentido de bajada.

Figura 161*Medida de los carriles, acceso ED2*

Nota. En la Av. Jorge Basadre Grohmann (2) cuenta 6 carriles, de los cuales 3 carriles son de 2,94 m con sentido de bajada y los otros 3 carriles de 3,50 m con sentido de subida.

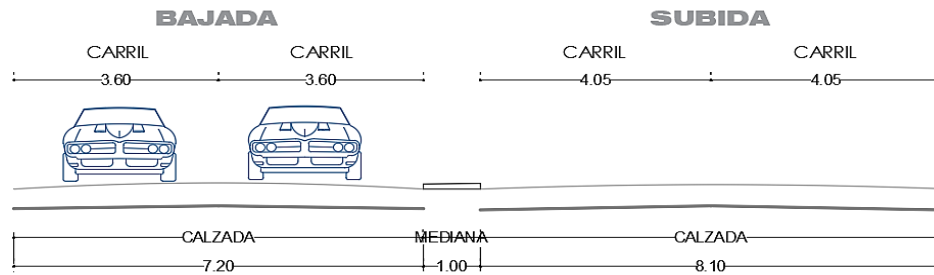
Figura 162*Medida de los carriles, acceso ED3*

Nota. En la Av. Patricio Melendez (3) cuenta 4 carriles, de los cuales 2 carriles son de 3,87 m con sentido de subida y los otros 2 carriles de 4,21 m con sentido de bajada.

En la intersección 02:

Figura 163

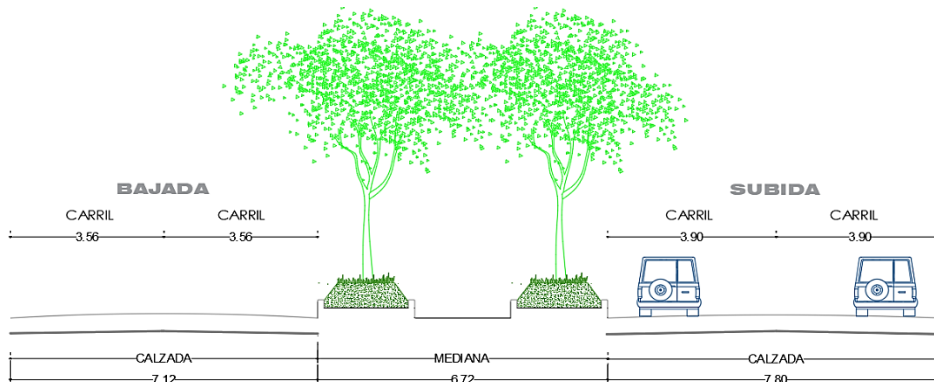
Medida de los carriles, acceso ED4



Nota. En la Av. Patricio Meléndez (2) cuenta 4 carriles, de los cuales 2 carriles son de 4,05 m con sentido de subida y los otros 2 carriles de 3,60 m con sentido de bajada.

Figura 164

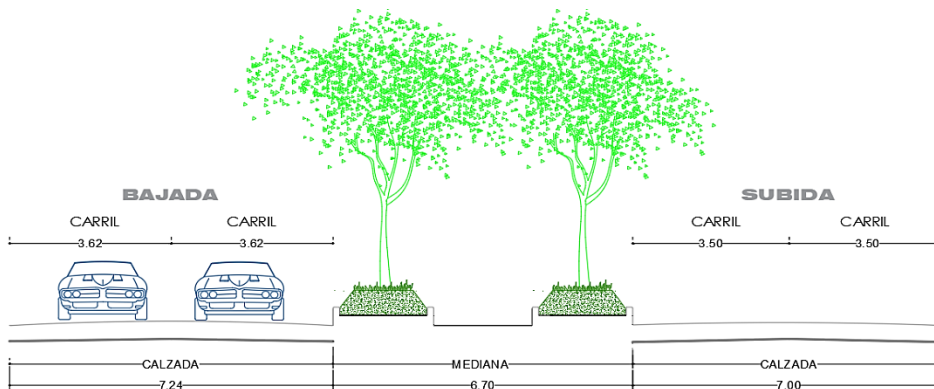
Medida de los carriles, acceso ED5



Nota. En la Av. Industrial (1) cuenta 4 carriles, de los cuales 2 carriles son de 3,90 m con sentido de subida y los otros 2 carriles de 3,56 m con sentido de bajada.

Figura 165

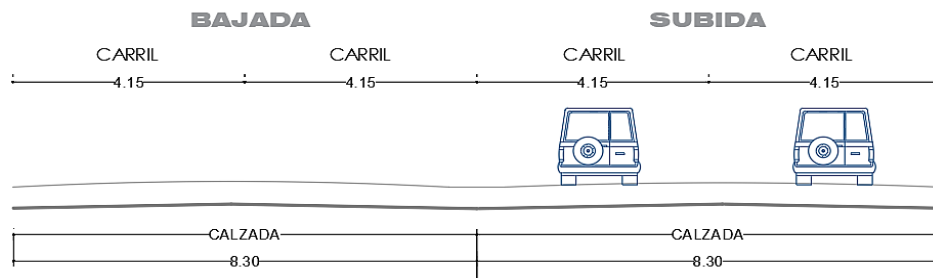
Medida de los carriles, acceso ED6



Nota. En la Av. Industrial (2) cuenta 4 carriles, de los cuales 2 carriles son de 3,50 m con sentido de subida y los otros 2 carriles de 3,62 m con sentido de bajada.

Figura 166

Medida de los carriles, acceso ED7

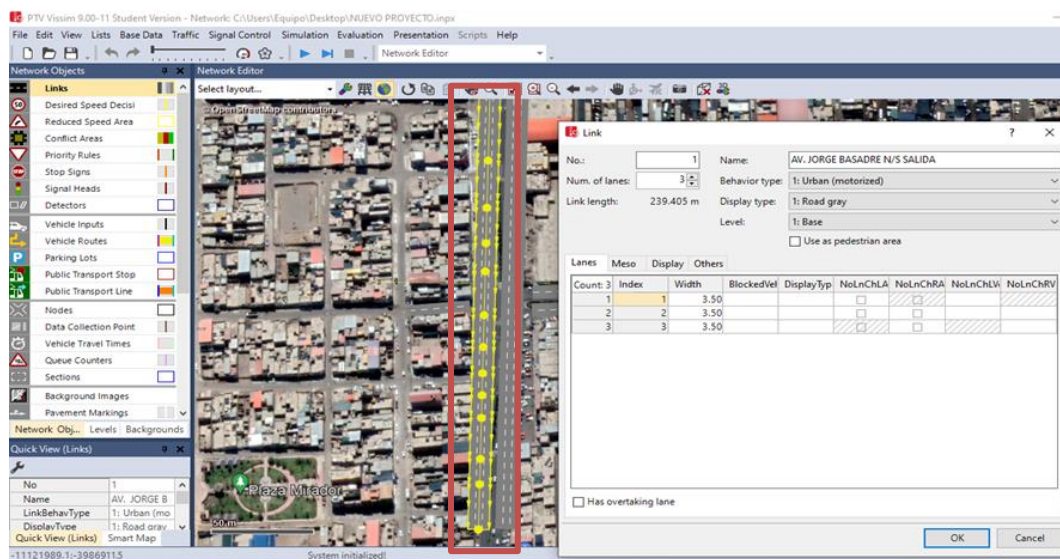


Nota. En la Av. Patricio Meléndez (3) cuenta 4 carriles, de los cuales 2 carriles son de 4,15 m con sentido de subida y los otros 2 carriles de 4,15 m con sentido de bajada.

Se procede a realizar los links con los datos obtenidos de la geometría de las calzadas y sus carriles en cada acceso, como se aprecia en la Figura 167.

Figura 167

Creación de links en las intersecciones 1 y 2

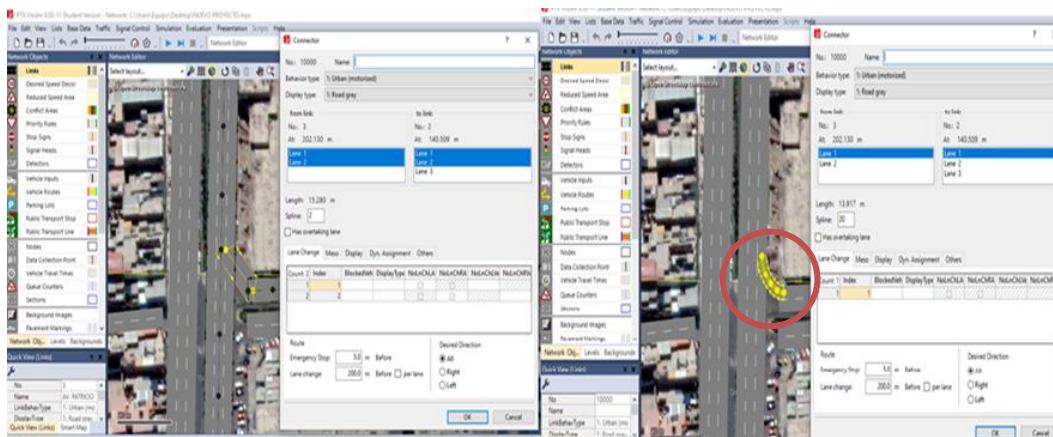


Nota. Creación de los links con los datos de los carriles.

De igual manera creamos los conectores que permite unir los links entre ellas mismas para que transito pueda circular, como se aprecia en la Figura 168.

Figura 168

Trazado de conectores en las intersecciones 1 y 2



Nota. Creación de conectores que son unidos a los links.

En resumen, para nuestro modelado en las dos intersecciones de estudio se tomaron en cuenta la cantidad de links y conectores para realizar el circuito vial, como se describe en la Tabla 12.

Tabla 12

Cantidad de links y conectores a usar

Intersección	Nro. de Links	Nro. de Conectores	
		Curvos	Rectos
Intersección 01	7	5	7
Intersección 02	8	4	4
TOTAL:	15	9	11

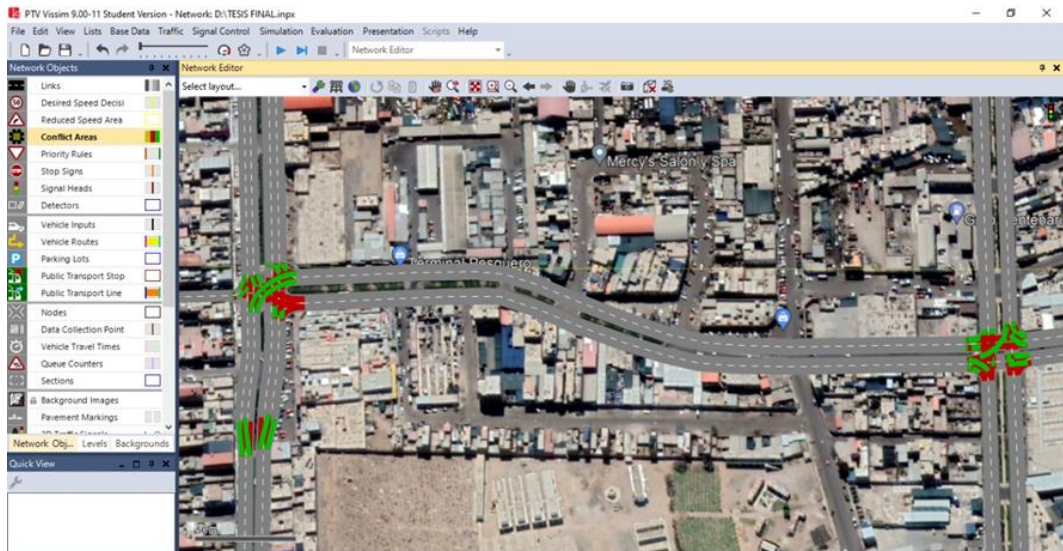
Nota. Cantidad de links y conectores usados en el modelado del proyecto para cada intersección.

3.6.3.3. Conflict Areas

Esta herramienta ayuda a encontrar áreas de conflicto que existen en la vía, lo cual se encuentran en los conectores. En la Figura 169 se puede verificar las zonas de conflicto que se generan en las intersecciones y ver que la Av. Jorge Basadre Grohmann y la Av. Industrial tiene la prioridad principal al ser vías de gran flujo vehicular convirtiéndolo en verde dándole la prioridad a las vías que tienen preferencia y ese conflicto desaparece.

Figura 169

Áreas de conflicto en ambas intersecciones



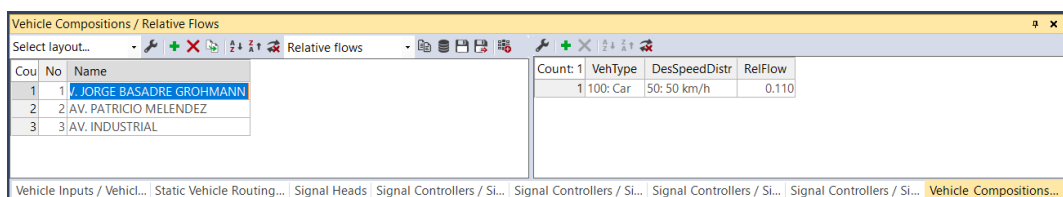
Nota. Se muestra que el conector color verde tiene prioridad para continuar la ruta sin bajar su velocidad, mientras el rojo indica que los vehículos deben ceder el paso y reducir la velocidad para cambiar de carril o ingresar a la vía.

3.6.3.4. Vehicle Compositions

Para ingresar la composición de los vehículos, nos dirigimos a la barra de menú - traffic – vehicle compositions. Esto nos ayuda a agregar las composiciones de cada avenida, como se aprecia en la Figura 170.

Figura 170

Creación de composiciones



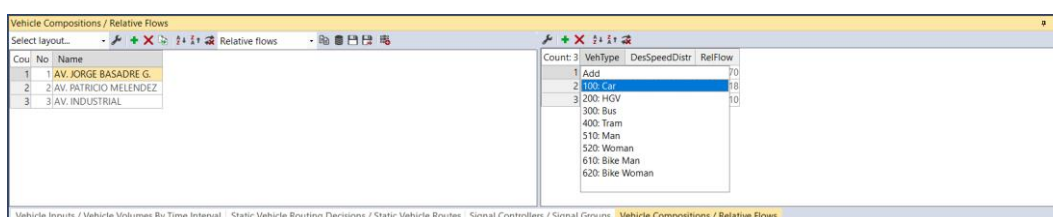
Nota. Creación de composiciones de cada avenida.

Para definir los tipos de vehículos en cada composición vehicular usaremos para el modelado de acuerdo a la Tabla 13 y posteriormente se asigna al programa el tipo de vehículo como se observa en la Figura 171.

Tabla 13*Tipo de Vehículos*

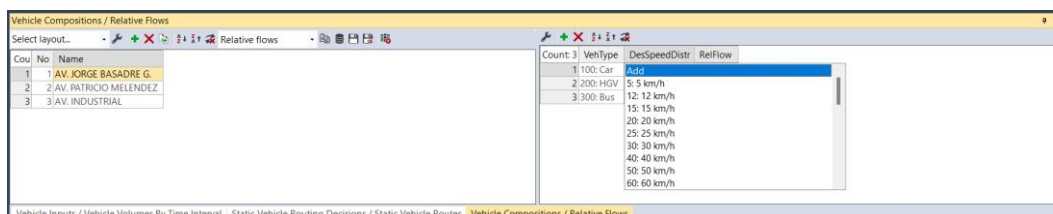
Vehicle Types	
CAR	Automóviles, Taxis y Camionetas
BUS	Micros y Buses
HGV	Camión y Tráiler

Nota. Tipos de vehículos utilizados por el PTV Vissim.

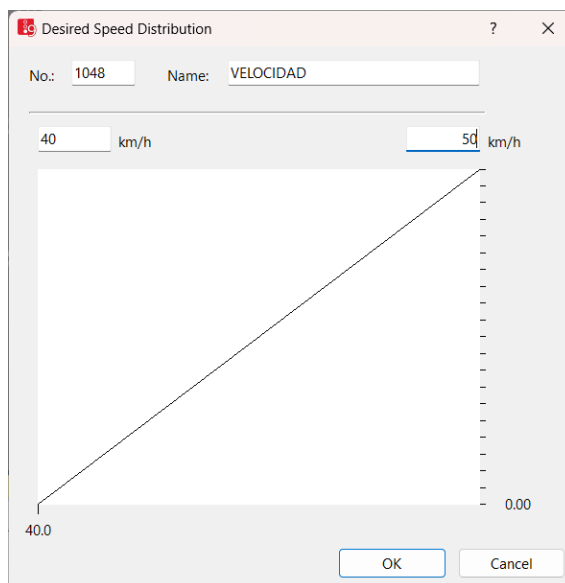
Figura 171*Asignación de tipos de vehículos*

Nota. Asignación de tipos de vehículos para cada composición vehicular de las avenidas.

El software por otra parte no permite proporcionar las velocidades para cada vía, por ellos nos guiamos de Tabla 9 que indica las velocidades de cada acceso. Por ello en Desired Speed Distribution podemos escoger una velocidad conocida o bien crear una nueva, tal como se observa en la Figura 172 que podemos escoger la velocidad deseada o en la Figura 173 que crea la velocidad entre un rango de velocidades.

Figura 172*Asignación de velocidades*

Nota. Asignación de velocidades para cada tipo de vehículo.

Figura 173*Creación de Velocidad*

Nota. Creación de velocidad entre 40 km/h a 50 km/h.

Así mismo en Relflow asignamos los porcentajes totales para cada tipo de vehículo que pasa por el acceso que sumados den 1 representando el 100%, como se puede apreciar en la Figura 174.

Figura 174*Asignación de porcentajes para cada tipo de vehículo*

Cou	No	Name
1	1	AV. JORGE BASADRE G.
2	2	AV. PATRICIO MELENDEZ
3	3	AV. INDUSTRIAL

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	25: 25 km/h	0.870
2	200: HGV	40: 40 km/h	0.020
3	300: Bus	50: 50 km/h	0.110

Nota. Asignación de porcentajes de cada tipo de vehículo y en cada composición vehicular.

3.6.3.5. Vehicle Input

Esta herramienta nos ayuda a ingresar los volúmenes con horarios más desfavorables de los aforos vehiculares de cada vía y finalizado guardamos y proseguimos a simular el modelo para continuar y definir a donde se dirigen los vehículos.

Los volúmenes de los aforos vehiculares realizados en las dos intersecciones serán ingresados en el software PTV Vissim, por ello es importante clasificar el tipo de vehículo para todos los accesos. Para nuestro modelado se tomó la hora más

desfavorable de cada acceso de los tres días que se realizó en el aforo vehicular para así evaluar con mayor precisión y determinar el nivel de servicio actual.

Los resultados obtenidos fueron para ambas intersecciones 1 y 2 el día miércoles 26 de octubre del 2022, como se puede apreciar en la Tabla 14.

Tabla 14

Volumen vehicular de la hora pico crítico

Intersecciones	Accesos	Avenidas	Volumen Vehicular (Veh/h)
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	1106
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	1028
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	340
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	572
	ED 5	Av. Industrial (1) O-E	913
	ED 6	Av. Industrial (2) E-O	983
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	186

Nota. Volumen de vehículos para cada acceso según la hora con más registro de vehículos del día miércoles 26 de octubre del 2022.

Debido a que el Vissim permite 3 tipo de vehículos de acuerdo a la Tabla 13 como CAR, BUS y HGV. Se origina un inconveniente en que el programa no toma en cuenta a los vehículos de Categoría L como las motos, trimotos y cuatrimotos.

Por ello se realiza la conversión por tipología de vehículo utilizando los factores de conversión Unidades Coche Patrón (UCP) descritas en la Tabla 15, para poder uniformizar la cantidad de mototaxis a autos.

Tabla 15

Conversión UCP

Tipología Vehicular	UCP
Auto	1,0
Bus	3,0
Microbús	2,0
Camioneta	1,25
Camión	2,5
Moto	0,34

Nota. Tipología vehicular según (HCM 2010)

Una vez aplicado la conversión UCP solo en los vehículos de Categoría L como los mototaxis, se procede a tener un nuevo volumen vehicular, como se aprecia en la Tabla 16 y posteriormente ingresarlo en el software PTV Vissim como se observa en la Figura 175.

Tabla 16

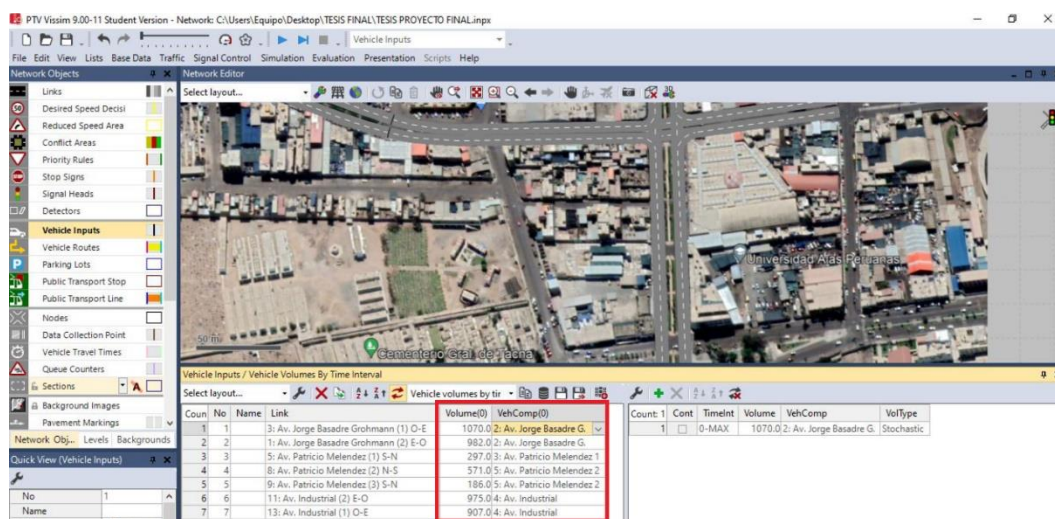
Volumen vehicular de la hora pico crítico modificado

Intersecciones	Accesos	Avenidas	Volumen Vehicular (Veh/h)
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	1070
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	982
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	297
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	571
	ED 5	Av. Industrial (1) O-E	907
	ED 6	Av. Industrial (2) E-O	975
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	186

Nota. Volumen de vehículos modificado para cada acceso según la hora con más registro de vehículos del día miércoles 26 de octubre del 2022.

Figura 175

Volumen vehicular por acceso en el PTV Vissim



Nota. En el cuadro marcado se muestra los datos del volumen vehicular vehículos y las composiciones vehiculares para cada acceso ingresados al software PTV Vissim 9.00

3.6.3.6. Vehicle Routes

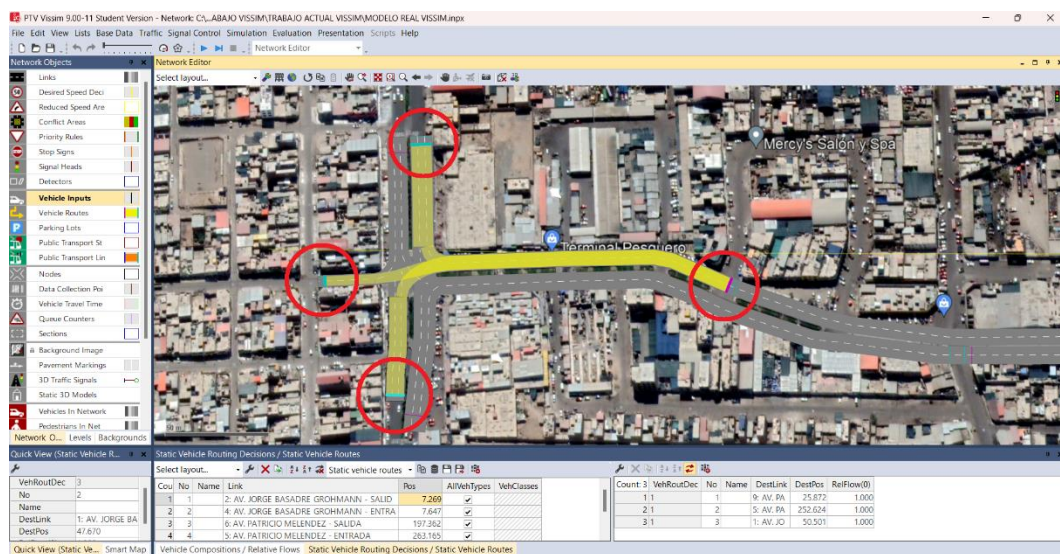
Esta herramienta nos permite generar decisiones de rutas o enrutamientos, especialmente cuando una vía presenta salidas, esta acción hace que los vehículos decidan cual ruta elegir.

En la Figura 176 la línea de color morado nos señala el inicio de la ruta y las líneas de color celeste señalan las rutas que puede tomar.

Esta acción se aplicará para todos los accesos de las intersecciones de inicio de ruta y salidas, además de incluir el porcentaje de vehículos que transitan.

Figura 176

Rutas de trayectos



Nota. En la figura se muestran el inicio y las salidas de la ruta de la Av. Patricio Meléndez (1) en sentido S - N

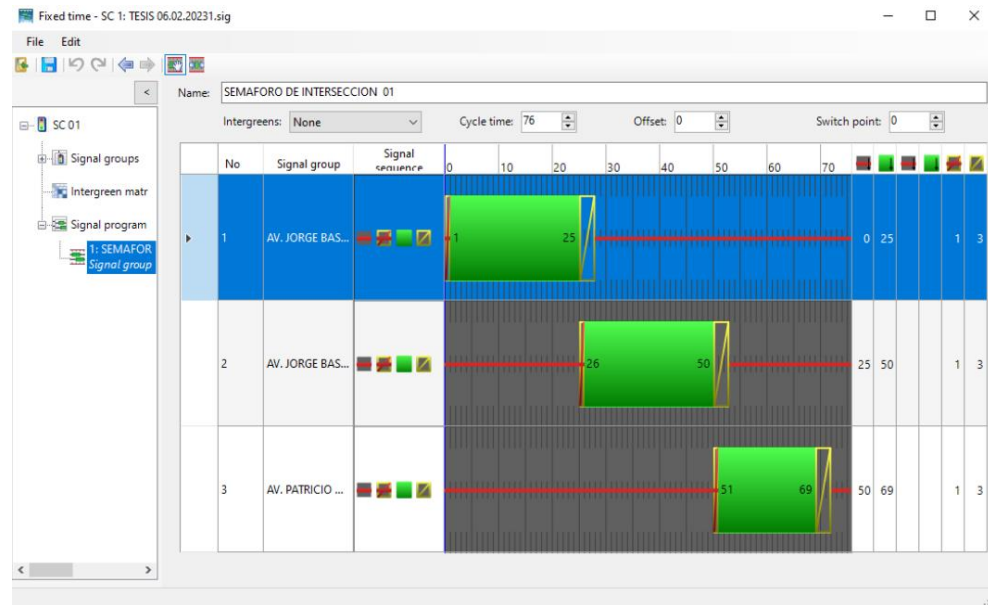
3.6.3.7. Signal Controller

Esta herramienta nos permite crear las semaforizaciones para las intersecciones de estudio de las vías mediante de los dispositivos de control.

El software permite ingresar los ciclos semafóricos, para ello usaremos los datos semafóricos de la intersección 01 de la Figura 57, 58 y 59 en las cuales serán ingresados al software como se aprecia en la Figura 177 y para la intersección 02 usaremos la Figura 64 en las cuales también se ingresa dicho valor en la Figura 178.

Figura 177

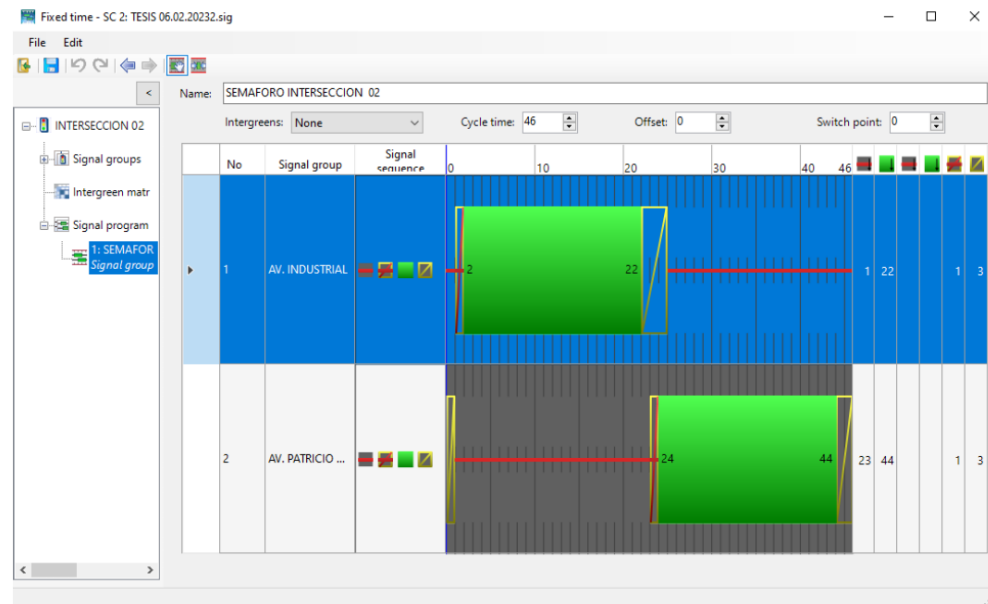
Tiempos semafóricos para intersección 01



Nota. Se observa la creación de los semáforos con los tiempos de ciclos semafóricos actuales para los accesos de la intersección 01.

Figura 178

Tiempos semafóricos para intersección 02



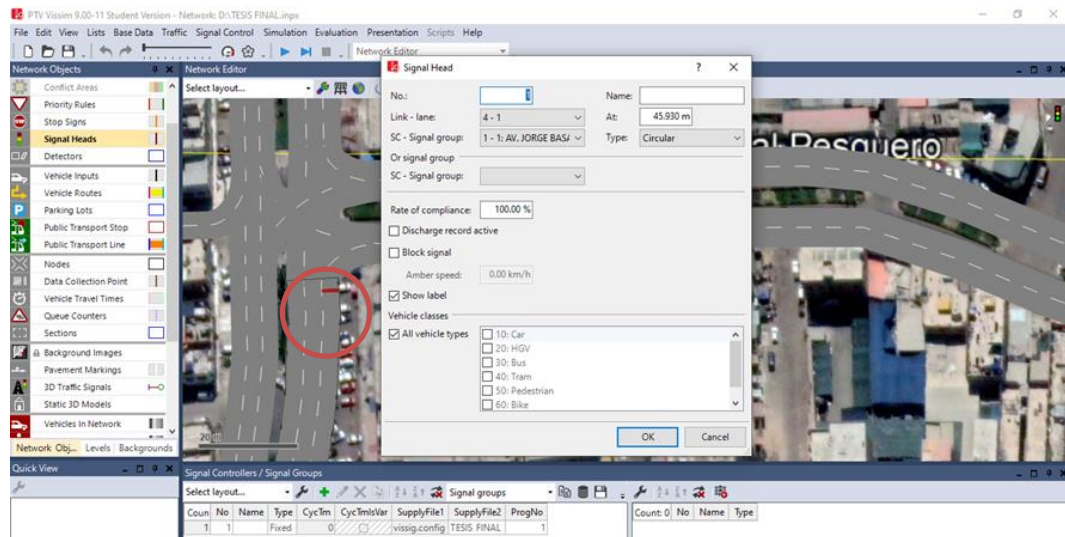
Nota. Se observa la creación de los semáforos con los tiempos de ciclos semafóricos actuales para los accesos de la intersección 02.

3.6.3.8. Signal Heads

Esta herramienta de trabajo nos ayuda a distribuir los semáforos donde los ubicaremos tal como los encontramos en campo y se aprecia la implantación de esta función en la Figura 179.

Figura 179

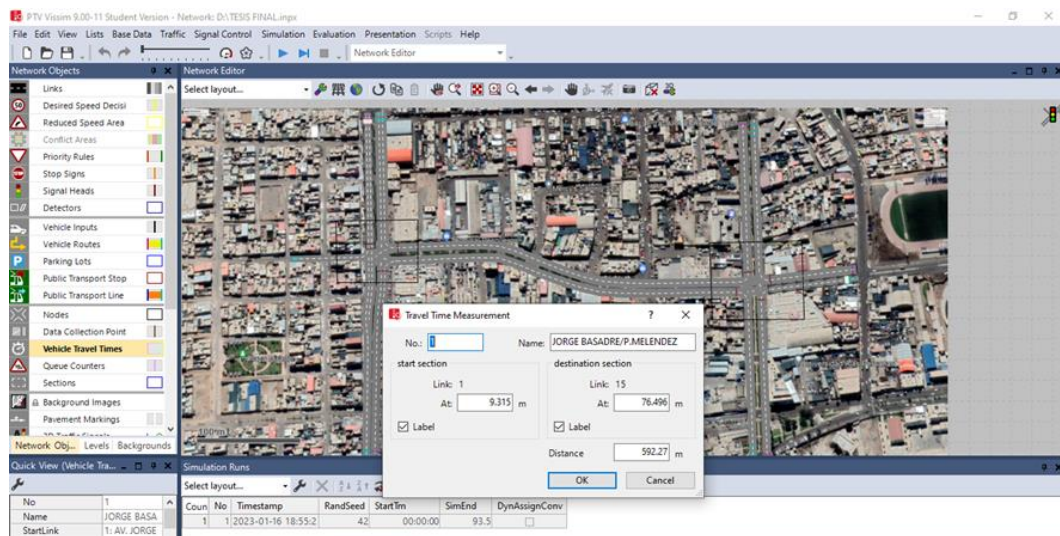
Colocación de semáforos en las intersecciones



Nota. En la figura marcada se observa la colocación del semáforo en este caso para la Av. Jorge Basadre Grohmann (1) en sentido O - E.

3.6.3.9. Vehicle Travel Times

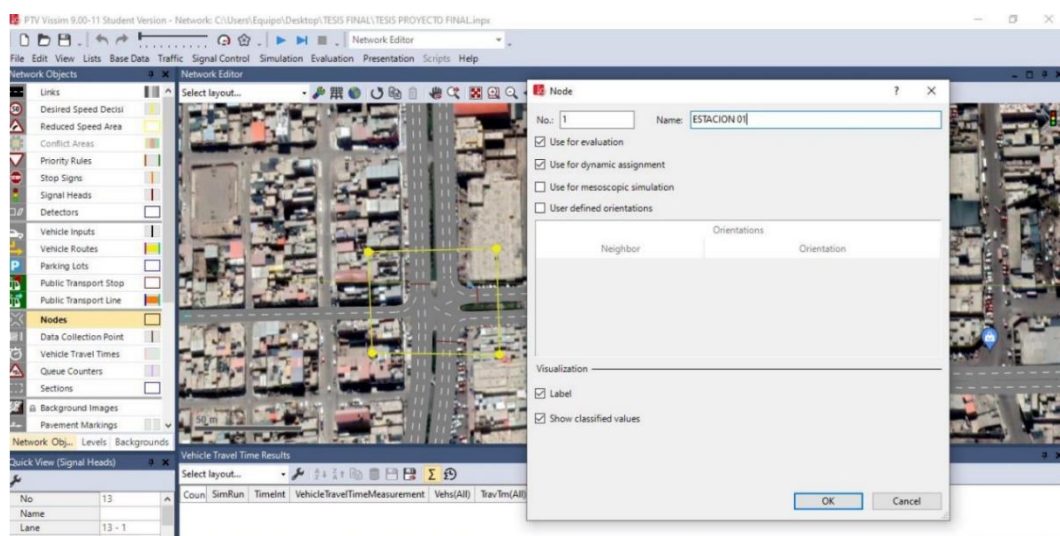
Esta herramienta nos ayuda a evaluar cuanto es el tiempo que demora en trasladarse un vehículo de un punto inicial hacia un punto final. Lo cual se realizará para cada acceso y giro, como se puede apreciar en la Figura 180.

Figura 180*Vehicle travel times del modelo*

Nota. Se observa el uso de vehicle travel times en la Av. Jorge Basadre Grohmann con giro a Av. Patricio Meléndez.

3.6.3.10. Nodos

Un nodo es un área designada que debe comprender el tramo de las vías a estudiar. El nodo mide la cola en todas las direcciones y también mide una serie de otros atributos, como el número de vehículos, el número de personas, el nivel de servicio de las vías, demora de vehículos, emisión de gases contaminantes, consumo de combustible, entre otros. Por ello en la Figura 181 se puede observar la asignación de los nodos.

Figura 181*Asignación de nodos*

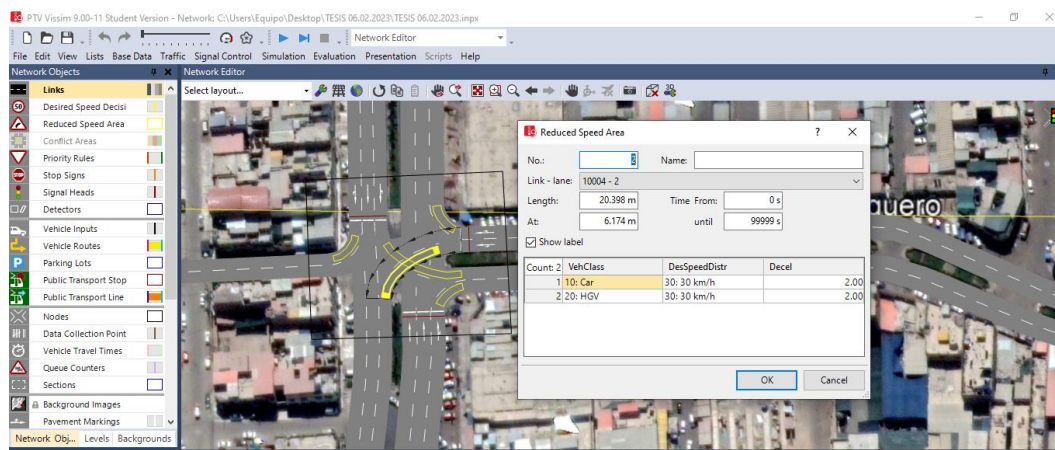
Nota. Se observa la implementación de nodos para cada intersección de estudio.

3.6.3.11. Reduced Speed Area

Nos permite reducir la velocidad de manera temporal en las zonas como los giros de derecha e izquierda, tal como se observa en la Figura 182 la implementación de reducción de velocidades.

Figura 182

Reducción de velocidades para el modelo



Nota. En muestra la implementación de reducción de velocidades para cada giro de derecha e izquierda.

3.6.3.12. Evaluación del Modelo

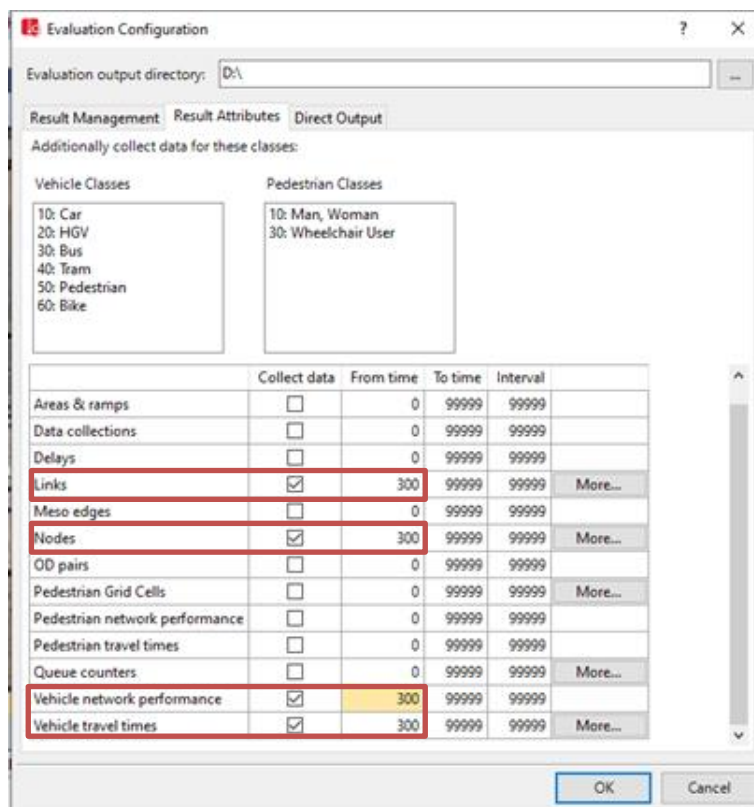
Una vez terminado de modelar el circuito vial, se procede a evaluar las configuraciones que nos importa evaluar el modelo, para ello vamos a “Evaluation Configuration” y seleccionamos lo siguiente:

- Links
- Nodos
- Vehicle network performance (Desempeño de la red completa)
- Vehicle travel times (Tiempos de viajes dentro de los links)

Tenemos que tener en cuenta el tiempo de calentamiento, esto en referencia al tiempo necesario que necesita Vissim para hacer que la red en la que se va hacer la simulación se encuentre de manera similar a la red que se encuentre en la actualidad, es decir evaluamos unos 300 segundos para la simulación comience con cierta congestión vehicular, lo que nos ayudara evaluar los parámetros que hemos programado y comience a arrojar los resultados esperados durante ese tiempo, es por ello que se toma en cuenta las 4 evaluaciones como se aprecia en la Figura 183.

Figura 183

Evaluación de configuraciones para el modelo



Nota. En la figura marcada se observa las evaluaciones requeridas y el tiempo de calentamiento de 300 segundos.

3.6.3.13. Parámetros de Wiedemann 74

El software Vissim viene implementado con dos tipos de parámetros por defecto el Wiedemann 74 y 99. Ya que nuestro proyecto en estudio se encuentra en el casco urbano de la ciudad, se tuvo que emplear los parámetros de Wiedemann 74.

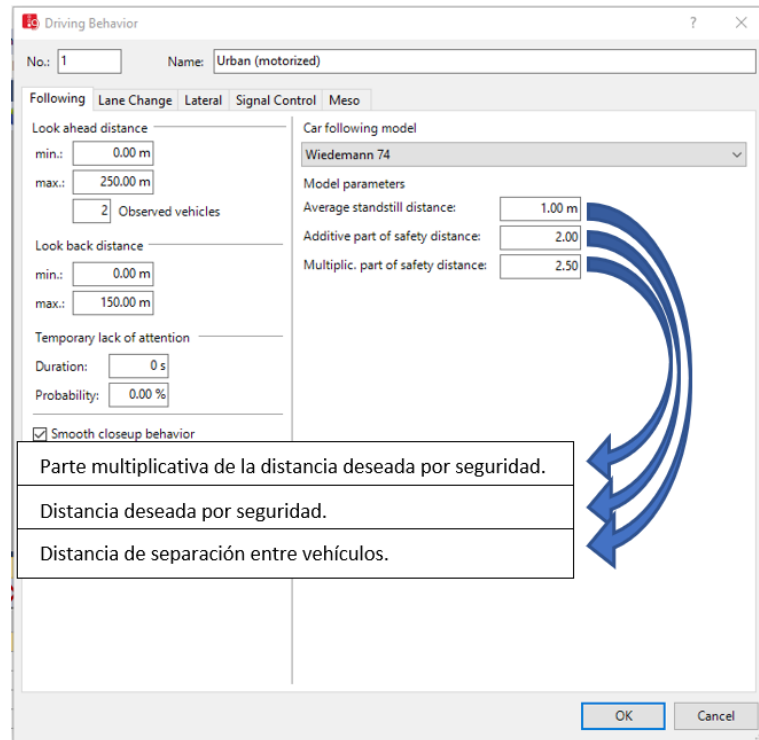
Las bases teóricas de dicho parámetro, evalúan y describen el comportamiento de los conductores de los vehículos. Por defecto el software te brinda parámetros ya establecidos de Wiedemann 74, pero dichos parámetros pueden ser alterados dependiendo de la realidad que presente distintas zonas de estudio.

Al optimizar dichos parámetros según la Figura 184, podemos obtener una mejora en el flujo vehicular del modelo como:

- Acortan las distancias de separación de los vehículos.
- Se acortan las longitudes de cola.
- Reducir la congestión vehicular.

Figura 184

Configuración de parámetros de Wiedemann 74

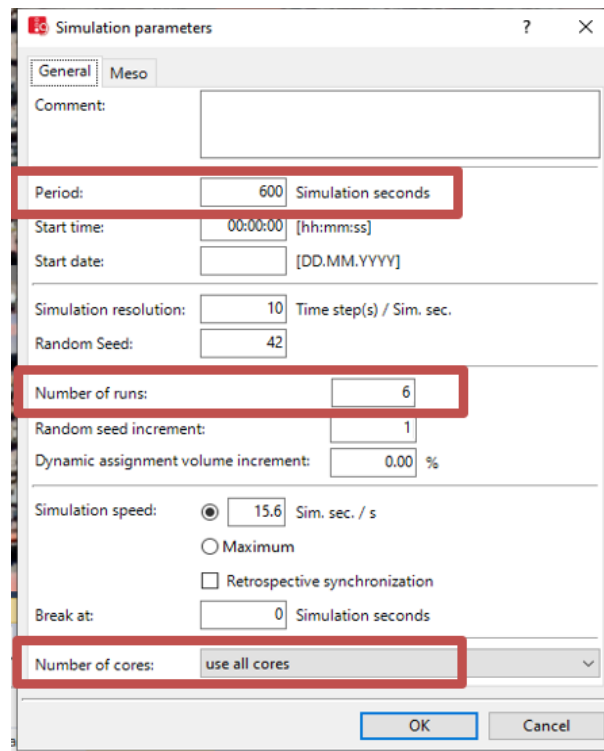


Nota. Se observa los parámetros de Wiedemann 74 considerados para el modelo de estudio.

3.6.3.14. Parámetros de Simulación

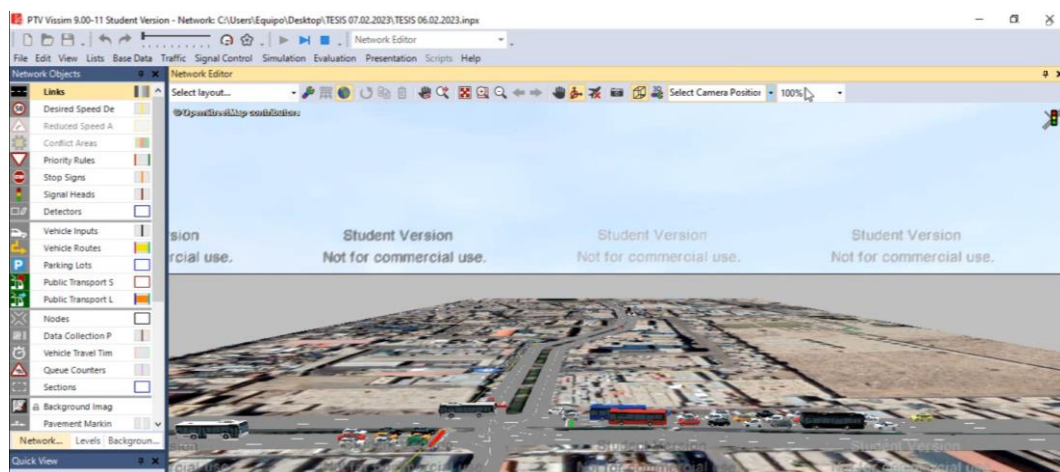
Configuramos los parámetros de la simulación, según la Figura 185 como son:

- Period: El tiempo que va a durar la simulación, en nuestro caso por ser una versión estudiantil solo nos permite evaluar en 10 minutos o 600 segundos, con un tiempo de calentamiento (Warm Up) de 5 minutos o 300 segundos ya integrados, teniendo 5 minutos o 300 segundos para evaluar y obteniendo resultados confiables en la evaluación.
- Number of runs: Representa el número de simulaciones que realizara el modelo de microsimulación. Para nuestro modelo decidimos realizar 6 números de simulaciones para verificar la exactitud de los niveles de servicio de cada intersección ya que software recomienda 4 números de simulaciones.
- Use all cores: El número de núcleos que vamos a utilizar en el computador recomendado que utilicemos todos los núcleos del computador.

Figura 185*Parámetros de simulación*

Nota. En la figura marcada se observa el tiempo de evaluación de 600 segundos para realizar la simulación, el número de simulaciones y la selección de todos los núcleos de muestra laptop.

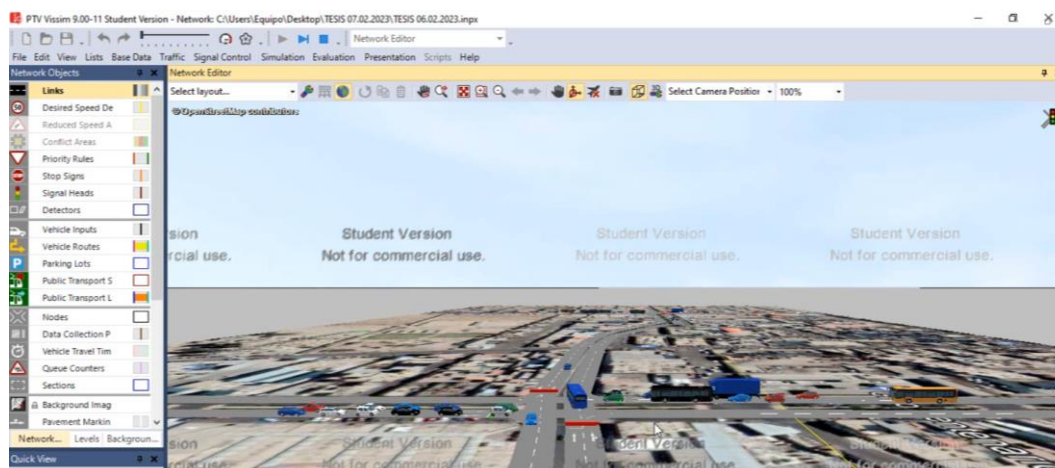
Al terminar de modelar y configurar los parámetros podemos realizar la microsimulación de las intersecciones como se aprecian en la Figura 186 y 187.

Figura 186*Microsimulación del modelo en la intersección 01*

Nota. Se observa el modelado 3D de la microsimulación en la intersección 01.

Figura 187

Microsimulación del modelo en la intersección 02



Nota. Se observa el modelado 3D de la microsimulación en la intersección 02.

3.6.4. Análisis de los Resultados

3.6.4.1. Resultados de los Nodos

Después de terminar la simulación se procede a analizar los resultados mediante la herramienta “Evaluation” - “Result List” y “Network Performance (Vehicles) Results”.

Al ejecutar las herramientas de la simulación con la metodología Vissim, se pudo obtener el nivel de servicio de las dos intersecciones de estudio, como es el caso de la Intersección 01 comprendida en la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez y la Intersección 02 comprendida en la Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez, teniendo como base los volúmenes de los aforos vehiculares ingresados al software.

Los niveles de servicio de A hasta F se basan en el atributo del rango de valor actual de la demora del vehículo “VehDelay” dependiendo del tipo de esquema de nivel de servicio con semaforización o sin semaforización. El nivel de servicio (LOS) en PTV Vissim es comparable al nivel de servicio (LOS) del HCM 2010.

Los niveles de servicio (LOS) se describen según los rangos de demora, por lo que la Tabla 17 describe dichos rangos que el software PTV Vissim tiene definido.

Tabla 17

Niveles de servicio (LOS)

Nivel de Servicio (LOS)	Demora Promedio (seg)	Nivel de Servicio (LOS)	Demora Promedio (seg)
A	< 10	A	< 10
B	10 - 20	B	10 - 15
C	20 - 35	C	15 - 25
D	35 - 55	D	25 - 35
E	55 - 80	E	35 - 50
F	> 80	F	> 50

Intersección Con Semáforo		Intersección Sin Semáforo	
---------------------------	--	---------------------------	--

Nota. Niveles de servicio (LOS) para intersecciones. (PTV VISSIM, 2016)

Cabe resaltar que se hicieron 6 números de simulaciones para las dos intersecciones, de donde se arrojaron los siguientes resultados en la Figura 188 y 189 además de exportar los resultados con más detenimiento en la Tabla 18 y 19.

Figura 188

Resultado de nodo en la intersección 01

Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	StopDelay(All)
91	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E@95.0	49.30	84.36	63	LOS_D	4	42.00	29.38
92	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E@95.0	49.30	84.36	26	LOS_E	5	66.19	48.70
93	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O@117.9	21.43	70.37	59	LOS_C	3	25.58	17.04
94	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O@117.9	21.43	70.37	2	LOS_B	2	13.84	1.84
95	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O@117.9	21.43	70.37	20	LOS_C	3	24.69	15.09
96	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 6: Av. Patricio Melendez (1) S-N@180.5 - 2: Av.	7.64	41.72	31	LOS_B	2	14.61	9.43
97	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 6: Av. Patricio Melendez (1) S-N@180.5 - 4: Av.	7.64	41.72	7	LOS_C	3	22.87	17.25
98	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 6: Av. Patricio Melendez (1) S-N@180.5 - 5: Av.	7.64	41.72	1	LOS_B	2	12.01	4.82
99	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01	26.12	84.36	208	LOS_C	3	33.60	23.19

Nota. Se muestra el resultado de los nodos obtenido por el software PTV Vissim para la intersección 01 de la sexta simulación.

Figura 189

Resultado de nodo en la intersección 02

Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	StopDelay(All)
100	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 8: Av. Patricio Melendez (2) N-S@147.6 - 11: A	10.87	63.33	73	LOS_B	2	10.62	4.37
101	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 8: Av. Patricio Melendez (2) N-S@147.6 - 14: A	10.87	63.33	37	LOS_A	1	9.78	3.90
102	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 10: Av. Patricio Melendez (3) S-N@75.3 - 9: Av.	0.88	11.14	6	LOS_B	2	12.87	5.98
103	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 10: Av. Patricio Melendez (3) S-N@75.3 - 13: A	0.88	11.14	2	LOS_A	1	9.08	3.46
104	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 12: Av. Industrial (2) E-O@150.0 - 9: Av. Patricio	10.54	57.29	11	LOS_B	2	11.07	6.71
105	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 12: Av. Industrial (2) E-O@150.0 - 14: Av. Indust	10.54	57.29	66	LOS_B	2	11.71	5.70
106	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 15: Av. Industrial (1) O-E@137.7 - 11: Av. Patrici	9.14	51.41	1	LOS_B	2	12.02	3.87
107	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 15: Av. Industrial (1) O-E@137.7 - 13: Av. Indust	9.14	51.41	73	LOS_B	2	11.00	5.51
108	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02	7.86	63.33	269	LOS_B	2	10.94	5.06

Nota. Se muestra el resultado de los nodos obtenido por el software PTV Vissim para la intersección 02 de la sexta simulación.

Tabla 18*Resultado de nodo y LOS para la intersección 01*

RESULTADO DE NODO DEL ESTADO ACTUAL - INTERSECCIÓN 01										
Nro. de Simulaciones	Tiempo de Simulación	Lugar de Desplazamiento	Long. máxima de cola (m)	Nro. Vehículos	Nivel de Servicio (LOS)	Tiempo de Demora de Vehículos (seg)	Tiempo de Demora por Parada (seg)	Nro. Paradas	Emisiones CO (g)	Consumo de Combustible (gal)
1	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	84,36	63	LOS_D	42,00	29,38	1,33	78,96	1,13
1	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	70,37	59	LOS_C	25,58	17,04	0,97	54,26	0,78
1	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	31	LOS_B	14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
1	300-600	1: ESTACION 01			LOS_C					
2	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	84,36	26	LOS_E	66,19	48,70	2,04	46,23	0,66
2	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	70,37	59	LOS_C	25,58	17,04	0,97	54,26	0,78
2	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	31	LOS_B	14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
2	300-600	1: ESTACION 01			LOS_C					
3	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	84,36	63	LOS_D	42,00	29,38	1,33	78,96	1,13
3	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	70,37	59	LOS_C	25,58	17,04	0,97	54,26	0,78
3	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	31	LOS_B	14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
3	300-600	1: ESTACION 01			LOS_C					
4	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	84,36	63	LOS_D	42,00	29,38	1,33	78,96	1,13
4	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	70,37	59	LOS_C	25,58	17,04	0,97	54,26	0,78
4	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	31	LOS_B	14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
4	300-600	1: ESTACION 01			LOS_C					
5	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	84,36	65	LOS_E	66,19	48,70	2,04	46,23	0,66
5	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	70,37	59	LOS_C	25,58	17,04	0,97	54,26	0,78

5	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	31	LOS_B	14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
5	300-600	1: ESTACION 01			LOS_C					
6	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	84,36	63	LOS_D	42,00	29,38	1,33	78,96	1,13
6	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	70,37	59	LOS_C	25,58	17,04	0,97	54,26	0,78
6	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	31	LOS_B	14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
6	300-600	1: ESTACION 01			LOS_C					
Promedio	300-600		65,49	49		30,09	20,76	1,06	47,49	0,68
Desviación Estándar	300-600		18,26	16		16,69	12,63	0,44	22,65	0,32
Valor Mínimo	300-600		41,72	26		14,61	9,43	0,65	20,17	0,29
Valor Máximo	300-600		84,36	65		66,19	48,70	2,04	78,96	1,13

Nota. Se observa los resultados de los nodos para la intersección 01 con un número total de 6 números de simulaciones obtenidos por el software.

Tabla 19

Resultado de nodo y LOS para la intersección 02

RESULTADOS DE NODOS DEL ESTADO ACTUAL - INTERSECCIÓN 02										
Nro. de Simulaciones	Tiempo de Simulación	Lugar de Desplazamiento	Long. máxima de cola (m)	Nro. Vehículos	Nivel de Servicio (LOS)	Tiempo de Demora de Vehículos (seg)	Tiempo de Demora por Parada (seg)	Nro. Paradas	Emisiones CO (g)	Consumo de Combustible (gal)
1	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	37	LOS_B	10,62	4,37	0,59	49,72	0,71
1	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	6	LOS_B	12,87	5,98	0,67	4,23	0,06
1	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	57,29	66	LOS_B	11,71	5,70	0,55	42,94	0,61
1	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	51,41	73	LOS_B	11,00	5,51	0,60	49,12	0,70
1	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
2	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	73	LOS_B	10,62	4,37	0,59	49,72	0,71
2	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	6	LOS_B	12,87	5,98	0,67	4,23	0,06
2	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	57,29	66	LOS_B	11,71	5,70	0,55	42,94	0,61
2	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	51,41	73	LOS_B	11,00	5,51	0,60	49,12	0,70
2	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
3	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	37	LOS_B	10,62	3,90	0,57	22,94	0,33
3	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	6	LOS_B	12,87	5,98	0,67	4,23	0,06
3	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	57,29	66	LOS_B	11,71	5,70	0,55	42,94	0,61
3	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	51,41	73	LOS_B	11,00	5,51	0,60	49,12	0,70
3	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
4	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	37	LOS_B	10,62	3,90	0,57	22,94	0,33
4	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	6	LOS_B	12,87	5,98	0,67	4,23	0,06
4	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	57,29	66	LOS_B	11,71	5,70	0,55	42,94	0,61

4	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	51,41	73	LOS_B	11,00	5,51	0,60	49,12	0,70
4	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
5	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	73	LOS_B	10,62	4,37	0,59	49,72	0,71
5	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	6	LOS_B	12,87	5,98	0,67	4,23	0,06
5	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	57,29	11	LOS_B	11,07	6,71	0,55	7,00	0,10
5	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	51,41	73	LOS_B	11,00	5,51	0,60	49,12	0,70
5	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
6	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	73	LOS_B	10,62	4,37	0,59	49,72	0,71
6	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	6	LOS_B	12,87	5,98	0,67	4,23	0,06
6	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	57,29	66	LOS_B	11,71	5,70	0,55	42,94	0,61
6	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	51,41	73	LOS_B	11,00	5,51	0,60	49,12	0,70
6	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
Promedio	300-600		45,79	48		11,52	5,39	0,60	32,77	0,47
Desviación Estándar	300-600		20,89	29		0,88	0,75	0,05	19,80	0,28
Valor Mínimo	300-600		11,14	6		10,62	3,90	0,55	4,23	0,06
Valor Máximo	300-600		63,33	73		12,87	6,71	0,67	49,72	0,71

Nota. Se observa los resultados de los nodos para la intersección 02 con un número total de 6 números de simulaciones obtenidos por el software.

3.6.4.2. Longitud de colas

Las longitudes de cola fueron recolectadas desde los puntos estratégicos con el apoyo de las grabaciones. Cada vez que el semáforo cambia la fase de color rojo se procedía a medir la longitud de la cola vehicular en los accesos de las intersecciones 01 y 02. Para ello el software lo procesa a la misma vez con los nodos y lo encontramos en “QLenMax”. En la Tabla 20 se visualiza por cada entrada al acceso, la longitud de cola promedio.

Tabla 20

Longitud promedio

Intersecciones	Accesos	Avenidas	Long. de Cola Promedio (m)
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	84,36
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	70,37
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33
	ED 5	Av. Industrial (1) O-E	51,41
	ED 6	Av. Industrial (2) E-O	57,29
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14

Nota. Longitud promedio para cada acceso, evaluado por el software.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados en las intersecciones 01 y 02

4.1.1. Resultados de los niveles de servicio (LOS)

Después de realizar el modelado se verifica los resultados actuales en las intersecciones de estudio. Por ello se resumen los niveles de servicio de las intersecciones 01 y 02 en la Tabla 21.

Tabla 21

Comparación de LOS actual en los accesos

Intersecciones	Accesos	Avenidas	Tiempo de demora promedio (s)	LOS por acceso	LOS por intersección
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	50,07	D	
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	25,58	C	C
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	14,61	B	
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	10,34	B	
	ED 5	Av. Industrial (1) O-E	11,00	B	
	ED 6	Av. Industrial (2) E-O	11,60	B	B
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	12,87	B	

Nota. Se aprecia la comparación de los tiempos de demora para cada acceso.

Habiéndose utilizado la metodología de la microsimulación por el software PTV Vissim 9.00 (Versión Estudiantil), se recolecto la información de datos de campo como: el aforo vehicular, datos semafóricos, medición de las geometrías viales existentes, inspección de giros, velocidades de los vehículos y realizando el modelo de microsimulación se obtuvo los resultados de la situación actual de las intersecciones 01 y 02, cuyos resultados se presentan:

En la intersección 01:

- Para el acceso ED1 presenta un flujo vehicular de 1070 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 50,07(s) y un LOS de Tipo D.
- Para el acceso ED2 presenta un flujo vehicular de 982 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 25,58 (s) y un LOS de Tipo C.
- Para el acceso ED3 presenta un flujo vehicular de 297 (veh/h) con un tiempo

de demora promedio de 14,61 (s) y un LOS de Tipo B.

El estado total de LOS en la intersección 01 de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez tuvo según la tabla 17 para intersecciones semaforizadas se encuentra entre los rangos 35 (s) – 55 (s) dando un LOS_C.

En la intersección 02:

- Para el acceso ED4 presenta un flujo vehicular de 571 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 10,34 (s) y un LOS de Tipo B.
- Para el acceso ED5 presenta un flujo vehicular de 907 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 11,00 (s) y un LOS de Tipo B.
- Para el acceso ED6 presenta un flujo vehicular de 975 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 11,60 (s) y un LOS de Tipo B.
- Para el acceso ED7 presenta un flujo vehicular de 186 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 12,87 (s) y un LOS de Tipo B.

El estado total de LOS en la intersección 02 de la Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez tuvo según la tabla 17 para intersecciones semaforizadas se encuentra entre los rangos 10 (s) – 20 (s) dando un LOS_B.

4.1.2. Resultados de la longitud de colas

Al verificar el nivel de servicio (LOS) de cada acceso, el software también puede verificar la longitud de cola que se genera en las vías de cada acceso. Por ello verificamos dichas longitudes aproximadas obtenidas por las grabaciones y compararlas con los del software, como se puede apreciar en la Tabla 22.

Tabla 22*Diferencia en longitud de cola*

Accesos	Avenidas	Long. de Cola Promedio (m) PTV Vissim	Long. de Cola Aprox. (m) Campo	Diferencia en Long. de Cola (m)
ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	84,36	84	0,36
ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	70,37	70	0,37
ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	41,72	40	1,72
ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	63,33	62	1,33
ED 5	Av. Industrial (1) O-E	51,41	50	1,41
ED 6	Av. Industrial (2) E-O	57,29	56	1.26
ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	10	1,14

Nota. Se aprecia los resultados de diferencia de la longitud de colas para cada acceso.

Al observar la diferencia para cada acceso, en que hay una leve diferencia de longitud de cola en cada acceso asemejándose a la realidad del campo demostrando que el software PTV Vissim al realizar la modelación microscópica cumple con su propósito.

4.2. Propuesta de optimización semafórica en las intersecciones 01 y 02

4.2.1. Cálculos de Tiempo (Método de Webster)

El resultado del nivel de servicio de la intersección 01 es "C" lo cual demuestra que su rango aun es un flujo estable, pero que empieza a afectar la velocidad y la libertad de maniobras se vuelve restringida. Mientras que el resultado del nivel de servicio en la intersección 02 es "B", lo cual demuestra que su rango aun es considerado un flujo libre, para ello realizaremos la optimizar el tiempo de los ciclos semafóricos para así reducir el tiempo de desplazamiento de los vehículos.

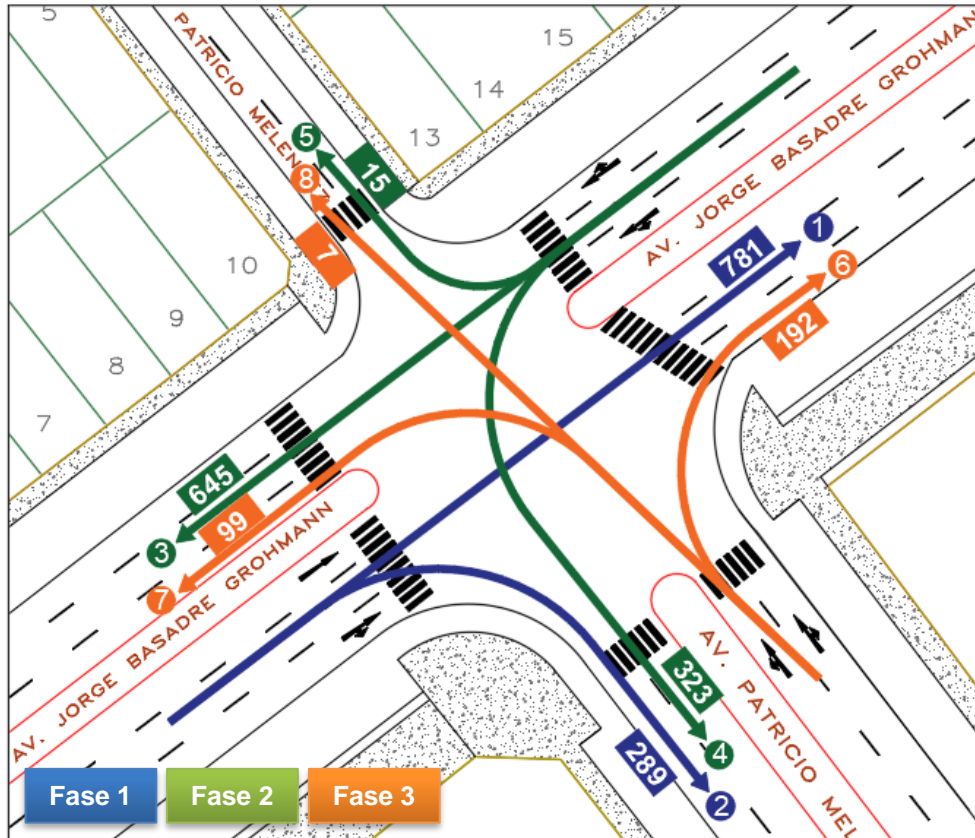
Es por ello que para las intersecciones de estudio es necesario realizaremos el método de Webster, que nos ayudara en optimizar el tiempo de los ciclos semafóricos.

Para realizar el cambio del tiempo de los ciclos semafóricos de las intersecciones 01 y 02 como se observa en la Figura 190 y 191, se procede a realizar los cálculos para determinar, considerar los tiempos ya sea aumentar o reducir el ciclo semafórico, para presentar la propuesta de optimización semafórica y mejorar el nivel de servicio.

Cálculo de Tiempo (Método de Webster) en la intersección 01:

Figura 190

Esquema de giros y cantidad de vehículos por acceso en la intersección 01



Nota. Se observa los giros y la cantidad de vehículos que transitan en la intersección 01 de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez.

Conociendo los datos que presenta la figura 190, se procede los cálculos en la Tabla 23 para la intersección 01. Pero antes se debe tener conocimiento sobre el factor de equivalencia (f_{eq}) donde los movimientos rectos toman el valor de 1 y los movimientos en derecha e izquierda toman el valor de 1,2.

Tabla 23

Cálculo de "Yi" para fases de la intersección 01

Fase	Movimiento	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (Factor de Equivalencia)	q = (I x feq)/n	Yi (Flujo Saturación)	
1	1	781	3	1	260,33	0,145	
	2	289	1	1,2	346,80	0,193	
						Y1	0,337
2	3	645	3	1	215,00	0,119	
	4	323	2	1,2	193,80	0,108	
	5	15	2	1,2	9,00	0,005	
						Y2	0,232
3	6	192	2	1,2	115,20	0,064	
	7	99	2	1,2	59,40	0,033	
	8	7	2	1	3,50	0,002	
						Y3	0,099
						Y	0,668

Nota. Se observa en la tabla 23, que el flujo de las 3 fases es Y:0,668.

Para el segundo paso se procede a calcular el tiempo del ciclo optimo con las siguientes ecuaciones 4 y 5:

Donde:

- T_{co} : tiempo de ciclo optimo
 P : sumatoria de tiempo de ámbar
 Y : flujo de saturación en la intersección

$$P = N^{\circ}_{fases} * T_{ámbar} \quad (4)$$

$$P = 3 * 3$$

$$P = 9$$

$$T_{co} = \frac{1,5 * P + 5}{1 - Y} \quad (5)$$

$$T_{co} = \frac{1,5 * 9 + 5}{1 - 0,668}$$

$$T_{co} = 56$$

Para el tercer paso se calcula el tiempo efectivo en verde por medio de la ecuación 6:

$$G_T = \frac{Y_X}{Y} * (T_{CO} - P) \quad (6)$$

$$G_{T1} = \frac{Y_1}{Y} * (T_{CO} - P)$$

$$G_{T1} = \frac{0,337}{0,668} * (56 - 9)$$

$$G_{T1} = 24$$

$$G_{T2} = \frac{Y_2}{Y} * (T_{CO} - P)$$

$$G_{T2} = \frac{0,232}{0,668} * (56 - 9)$$

$$G_{T2} = 16$$

$$G_{T3} = \frac{Y_3}{Y} * (T_{CO} - P)$$

$$G_{T3} = \frac{0,099}{0,668} * (56 - 9)$$

$$G_{T3} = 7$$

Después de finalizar los cálculos se muestra el nuevo ciclo semafórico para la intersección 01 en la siguiente Tabla 24.

Tabla 24

Nuevo ciclo semafórico para la intersección 01

Accesos	Avenidas	Fases	Rojo	Ámbar	Verde	Tc
ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	1	29	3	24	56
ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	2	46	3	7	56
ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	3	37	3	16	56

Nota. Se observa que al aplicar el método de Webster se tiene para las 3 fases un ciclo semafórico de 56 segundos.

Tomando en cuenta que en la fase 2 su tiempo en verde es de 7 segundos se vio la necesidad de modificar los tiempos debido a que la propuesta dada nos da un tiempo corto, por ello en la Tabla 25 se detalla la reconstrucción de ciclo semafórico para la intersección 01.

Tabla 25

Reconstrucción de ciclo semafórico para la intersección 01

Accesos	Avenidas	Fases	Rojo	Ámbar	Verde	Tc
ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	1	32	3	22	57
ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	2	32	3	22	57
ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	3	32	3	16	51

Nota. Se observa los nuevos ciclos semafóricos ya reconstruidos para la intersección 01.

Obtenido los nuevos datos del ciclo semafórico para la intersección 01 se presenta la siguiente Tabla 26, donde se compara el ciclo semafórico actual y el propuesto que será utilizado para la modelación de nuestro circuito vial.

Tabla 26

Comparación de ciclo semafórico para la intersección 01

Accesos	Avenidas	Fases	Actual			Propuesto		
			Rojo	Ámbar	Verde	Rojo	Ámbar	Verde
ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	1	49 s	3 s	24 s	32 s	3 s	22 s
ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	2	49 s	3 s	24 s	32 s	3 s	22 s
ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	3	54 s	3 s	18 s	32 s	3 s	16 s

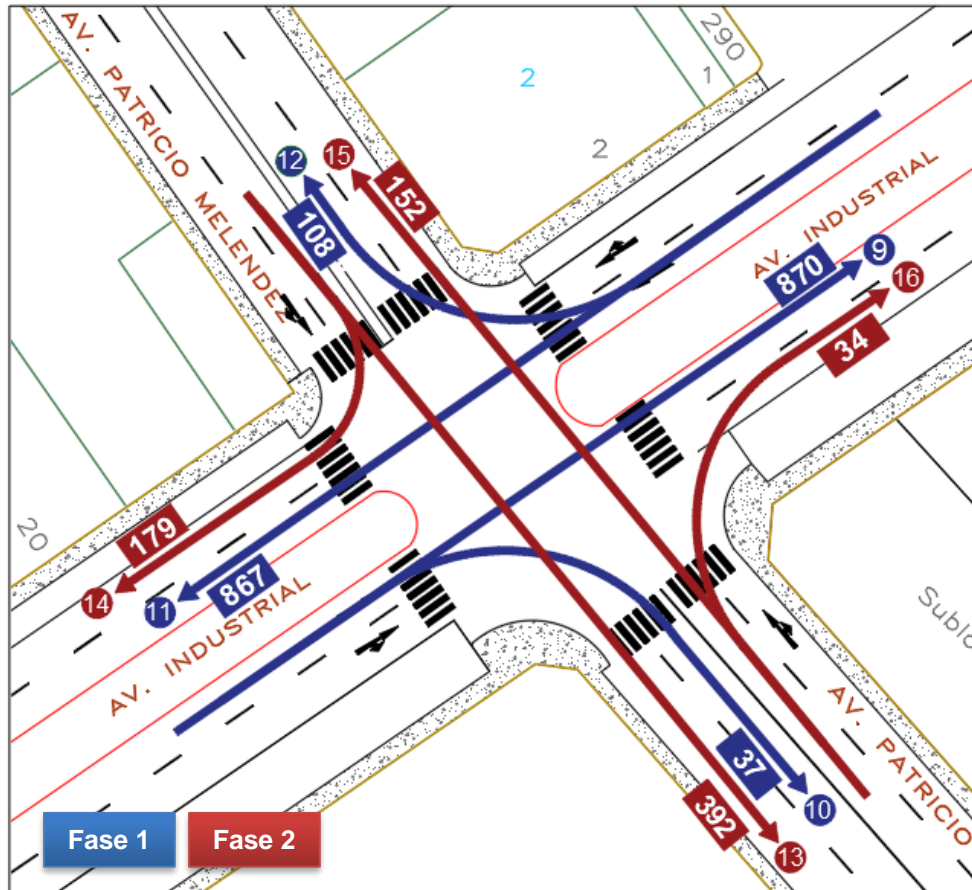
Nota. Se observa la comparación de ciclo semafórico actual y el propuesto para la intersección 01.

Conociendo los nuevos tiempos del ciclo semafórico para cada acceso en la intersección 01 se determina que, a menor tiempo de los ciclos el nivel de servicio mejorará como en el acceso ED1 y ED2 de tener 76 segundos tendrá como propuesta 57 segundos y el acceso ED3 de tener 75 segundos tendrá como propuesta 51 segundos.

Cálculo de Tiempo (Método de Webster) en la intersección 02:

Figura 191

Esquema de giros y cantidad de vehículos por acceso en la intersección 02



Nota. Se observa los giros y la cantidad de vehículos que transitan en la intersección 02 de la Av. Industrial con Av. Patricio Meléndez.

Realizaremos los mismos pasos de la intersección 01 por ello observamos los datos que presenta la Figura 191, y procede a realizar los cálculos en la Tabla 27 para la intersección 02. El factor de equivalencia (f_{eq}) se considera igual que el caso anterior.

Tabla 27

Cálculo de "Yi" para fases de la intersección 02

Fase	Movimiento	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (Factor de Equivalencia)	q = (I x feq)/n	Yi (Flujo Saturación)	
1	9	870	2	1	435,00	0,242	
	10	37	1	1,2	44,40	0,025	0,266
	11	867	2	1	433,50	0,241	
	12	108	1	1,2	129,60	0,072	0,313
						Y1	0,313
2	13	392	2	1	196,00	0,109	
	14	179	1	1,2	214,80	0,119	0,228
	15	152	2	1	76,00	0,042	
	16	34	1	1,2	40,80	0,023	0,065
						Y2	0,228
						Y	0,541

Nota. Se observa en la tabla 27, que el flujo de las 2 fases es Y:0,541.

Para el segundo paso calculamos el tiempo del ciclo optimo con las ecuaciones 4 y 5 ya conocidas.

$$P = 2 * 3$$

$$P = 6$$

$$T_{CO} = \frac{1,5 * 6 + 5}{1 - 0,541}$$

$$T_{CO} = 31$$

Para el tercer paso se calcula el tiempo efectivo en verde por medio de la ecuación 6 ya conocida.

$$G_{T1} = \frac{0,313}{0,541} * (31 - 6)$$

$$G_{T1} = 14$$

$$G_{T2} = \frac{0,228}{0,541} * (31 - 6)$$

$$G_{T2} = 11$$

Después de finalizar los cálculos se muestra el nuevo ciclo semafórico para la intersección 02 en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28

Nuevo ciclo semafórico para la intersección 02

Accesos	Avenidas	Fases	Rojo	Ámbar	Verde	Tc
ED 5	Av. Industrial (1) O-E	1	14	3	14	31
ED 6	Av. Industrial (2) E-O	1	14	3	14	31
ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	2	17	3	11	31
ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	2	17	3	11	31

Nota. Se observa que al aplicar el método de Webster se tiene para las 2 fases un ciclo semafórico de 31 segundos.

Tomando en cuenta que en la fase 2 su tiempo en verde es de 11 segundos se vio la necesidad de modificar los tiempos debido a que la propuesta dada nos da un tiempo corto comparado al que tenemos actualmente, por ello en la Tabla 29 se detalla la reconstrucción de ciclo semafórico para la intersección 02.

Tabla 29

Reconstrucción de ciclo semafórico para la intersección 02

Accesos	Avenidas	Fases	Rojo	Ámbar	Verde	Tc
ED 5	Av. Industrial (1) O-E	1	21	3	16	40
ED 6	Av. Industrial (2) E-O	1	21	3	16	40
ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	2	20	3	15	38
ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	2	20	3	15	38

Nota. Se observa los nuevos ciclos semafóricos ya reconstruidos para la intersección 02.

Obtenido los nuevos datos del ciclo semafórico para la intersección 02 se presenta la siguiente Tabla 30, donde se compara el ciclo semafórico actual y el propuesto que será utilizado para la modelación de nuestro circuito vial.

Tabla 30

Comparación de ciclo semafórico para la intersección 02

Accesos	Avenidas	Fases	Actual			Propuesto		
			Rojo	Ámbar	Verde	Rojo	Ámbar	Verde
ED 5	Av. Industrial (1) O-E	1	23 s	3 s	20 s	21 s	3 s	16 s
ED 6	Av. Industrial (2) E-O	1	23 s	3 s	20 s	21 s	3 s	16 s
ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	2	23 s	3 s	20 s	20 s	3 s	15 s
ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	2	23 s	3 s	20 s	20 s	3 s	15 s

Nota. Se observa la comparación de ciclo semafórico actual y el propuesto para la intersección 02.

Conociendo los nuevos tiempos del ciclo semafórico para cada acceso en la intersección 02 se determina que, a menor tiempo de los ciclos el nivel de servicio mejorará como en el acceso ED5 y ED6 de tener 46 segundos tendrá como propuesta 40 segundos y el acceso ED4 y ED7 de tener 46 segundos tendrá como propuesta 38 segundos.

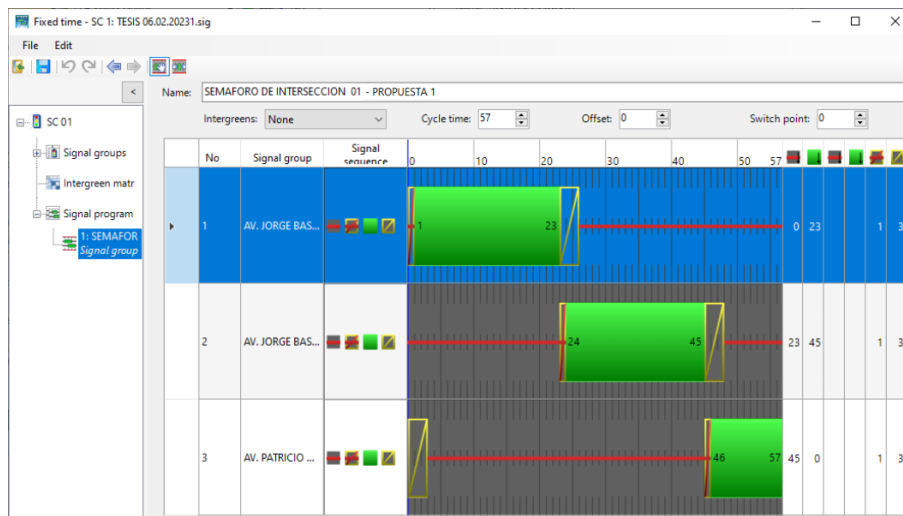
4.2.2. Resultados de propuesta 1: niveles de servicio (LOS)

Terminando de optimizar los tiempos del ciclo semafórico en las intersecciones de estudio se procede a realizar el modelado con los tiempos propuestos para poder verificar el nivel de servicio para cada acceso de las intersecciones.

Se mantiene los mismos datos de volumen vehicular, con la diferencia de cambiar los tiempos semafóricos propuestos. Para ello ponemos dichos tiempos en el modelo tal como se aprecia en la Figura 192 y 193.

Figura 192

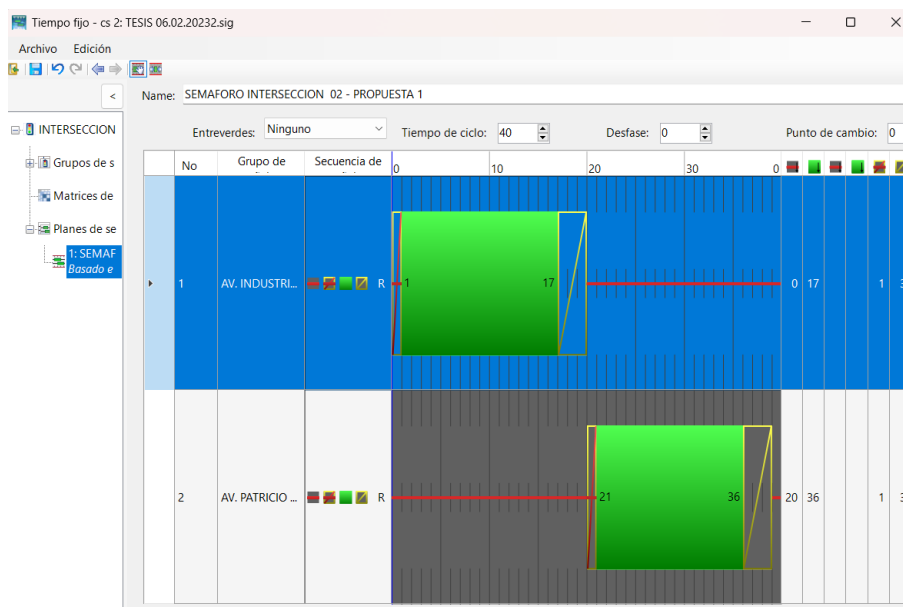
Propuesta de tiempos semafóricos para intersección 01



Nota. Se observa la creación de los semáforos para los accesos de la intersección 01 con los tiempos propuestos.

Figura 193

Propuesta de tiempos semafóricos para intersección 02

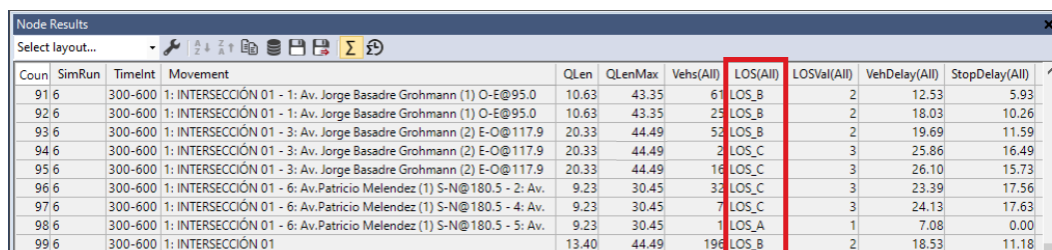


Nota. Se observa la creación de los semáforos para los accesos de la intersección 02 con los tiempos propuestos.

Para este caso de los tiempos de propuestas se hicieron de nuevo los 6 números de simulaciones para las dos intersecciones, donde se arrojaron los siguientes resultados en la Figura 194 y 195, además de exportar los resultados con más detenimiento en la Tabla 31 y 32.

Figura 194

Resultado de propuesta 1 - nodos en la intersección 01



Coun	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	StopDelay(All)
91	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E@95.0	10.63	43.35	61	LOS_B	2	12.53	5.93
92	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E@95.0	10.63	43.35	25	LOS_B	2	18.03	10.26
93	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O@117.9	20.33	44.49	52	LOS_B	2	19.69	11.59
94	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O@117.9	20.33	44.49	2	LOS_C	3	25.86	16.49
95	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O@117.9	20.33	44.49	16	LOS_C	3	26.10	15.73
96	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 6: Av. Patricio Melendez (1) S-N@180.5 - 2: Av.	9.23	30.45	32	LOS_C	3	23.39	17.56
97	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 6: Av. Patricio Melendez (1) S-N@180.5 - 4: Av.	9.23	30.45	7	LOS_C	3	24.13	17.63
98	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01 - 6: Av. Patricio Melendez (1) S-N@180.5 - 5: Av.	9.23	30.45	1	LOS_A	1	7.08	0.00
99	6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01	13.40	44.49	196	LOS_B	2	18.53	11.18

Nota. Se muestra el resultado de propuesta 1 de nodos obtenido por el software PTV Vissim para la intersección 01 tras la sexta simulación.

Figura 195

Resultado de propuesta 1 – nodos en la intersección 02



Coun	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	StopDelay(All)
100	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 8: Av. Patricio Melendez (2) N-S@147.6 - 11: A	15.28	45.53	60	LOS_B	2	16.13	8.17
101	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 8: Av. Patricio Melendez (2) N-S@147.6 - 14: A	15.28	45.53	32	LOS_B	2	12.49	6.25
102	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 10: Av. Patricio Melendez (3) S-N@75.3 - 9: Av.	0.77	11.14	5	LOS_B	2	11.08	4.76
103	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 10: Av. Patricio Melendez (3) S-N@75.3 - 13: A	0.77	11.14	2	LOS_B	2	14.12	5.21
104	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 12: Av. Industrial (2) E-O@150.0 - 9: Av. Patricio	10.17	44.29	11	LOS_A	1	7.31	4.12
105	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 12: Av. Industrial (2) E-O@150.0 - 14: Av. Indust	10.17	44.29	80	LOS_B	2	11.15	5.03
106	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 15: Av. Industrial (1) O-E@137.7 - 11: Av. Patrici	5.98	38.11	1	LOS_B	2	10.44	1.87
107	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02 - 15: Av. Industrial (1) O-E@137.7 - 13: Av. Indust	5.98	38.11	85	LOS_A	1	8.28	3.52
108	6	300-600	2: INTERSECCIÓN 02	8.05	45.53	276	LOS_B	2	11.37	5.34

Nota. Se muestra el resultado de propuesta 1 de nodos obtenido por el software PTV Vissim para la intersección 02 tras la sexta simulación.

Tabla 31

Resultado de nodo y LOS de la propuesta 1 para la intersección 01

RESULTADO DE NODO PARA LA PROPUESTA 1 - INTERSECCIÓN 01										
Nro. de Simulaciones	Tiempo de Simulación	Lugar de Desplazamiento	Long. máxima de cola (m)	Nro. Vehículos	Nivel de Servicio (LOS)	Tiempo de Demora de Vehículos (seg)	Tiempo de Demora por Parada (seg)	Nro. Paradas	Emisiones CO (g)	Consumo de Combustible (gal)
1	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	43,35	61	LOS_B	12,53	5,93	0,67	38,83	0,56
1	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	44,49	52	LOS_B	19,69	11,59	6,75	133,51	1,91
1	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	30,45	1	LOS_A	7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
1	300-600	1: ESTACION 01			LOS_B					
2	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	43,35	25	LOS_B	18,03	10,26	1,04	20,06	0,29
2	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	44,49	52	LOS_B	19,69	11,59	6,75	133,51	1,91
2	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	30,45	1	LOS_A	7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
2	300-600	1: ESTACION 01			LOS_B					
3	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	43,35	61	LOS_B	12,53	5,93	0,67	38,83	0,56
3	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	44,49	52	LOS_B	19,69	11,59	6,75	133,51	1,91
3	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	30,45	1	LOS_A	7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
3	300-600	1: ESTACION 01			LOS_B					
4	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	43,35	25	LOS_B	18,03	10,26	1,04	20,06	0,29
4	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	44,49	52	LOS_B	19,69	11,59	6,75	133,51	1,91
4	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	30,45	1	LOS_A	7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
4	300-600	1: ESTACION 01			LOS_B					
5	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	43,35	61	LOS_B	12,53	5,93	0,67	38,83	0,56
5	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	44,49	52	LOS_B	19,69	11,59	6,75	133,51	1,91

5	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	30,45	1	LOS_A	7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
5	300-600	1: ESTACION 01			LOS_B					
6	300-600	1: ESTACION 01 - 1: Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	43,35	25	LOS_B	18,03	10,26	1,04	20,06	0,29
6	300-600	1: ESTACION 01 - 3: Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	44,49	52	LOS_B	19,69	11,59	6,75	133,51	1,91
6	300-600	1: ESTACION 01 - 5: Av. Patricio Meléndez (1) S-N	30,45	1	LOS_A	7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
6	300-600	1: ESTACION 01			LOS_B					
Promedio	300-600		39,43	32,00		14,02	6,56	2,54	54,45	0,78
Desviación Estándar	300-600		6,55	25,25		5,62	5,16	3,09	59,07	0,85
Valor Mínimo	300-600		30,45	1,00		7,08	0,00	0,00	0,38	0,01
Valor Máximo	300-600		44,49	61,00		19,59	11,59	6,75	133,51	1,91

Nota. Se observa los resultados de los nodos de la propuesta 1 para la intersección 01 con un número total de 6 números de simulaciones obtenidos por el software.

Tabla 32

Resultado de nodo y LOS de la propuesta 1 para la intersección 02

RESULTADOS DE NODOS PARA LA PROPUESTA 1 - INTERSECCIÓN 02										
Nro. de Simulaciones	Tiempo de Simulación	Lugar de Desplazamiento	Long. máxima de cola (m)	Nro. Vehículos	Nivel de Servicio (LOS)	Tiempo de Demora de Vehículos (seg)	Tiempo de Demora por Parada (seg)	Nro. Paradas	Emisiones CO (g)	Consumo de Combustible (gal)
1	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	45,53	32	LOS_B	12,49	6,25	0,69	23,06	0,33
1	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	5	LOS_B	11,08	4,76	0,60	3,28	0,05
1	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	44,29	11	LOS_A	7,31	4,12	0,36	5,49	0,08
1	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	38,11	20	LOS_A	9,44	1,87	1,00	0,86	0,01
1	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
2	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	45,53	32	LOS_B	12,49	6,25	0,69	23,06	0,33
2	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	5	LOS_B	11,08	4,76	0,60	3,28	0,05
2	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	44,29	11	LOS_A	7,31	4,12	0,36	5,49	0,08
2	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	38,11	20	LOS_A	8,28	3,52	0,45	47,86	0,68
2	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
3	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	45,53	32	LOS_B	12,49	6,25	0,69	23,06	0,33
3	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	5	LOS_B	11,08	4,76	0,60	3,28	0,05
3	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	44,29	11	LOS_A	7,31	4,12	0,36	5,49	0,08
3	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	38,11	20	LOS_A	9,44	1,87	1,00	0,86	0,01
3	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
4	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	45,53	32	LOS_B	12,49	6,25	0,69	23,06	0,33
4	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	5	LOS_B	11,08	4,76	0,60	3,28	0,05
4	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	44,29	11	LOS_A	7,31	4,12	0,36	5,49	0,08

4	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	38,11	20	LOS_A	8,28	3,52	0,45	47,86	0,68
4	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
5	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	45,53	32	LOS_B	12,49	6,25	0,69	23,06	0,33
5	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	5	LOS_B	11,08	4,76	0,60	3,28	0,05
5	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	44,29	11	LOS_A	7,31	4,12	0,36	5,49	0,08
5	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	38,11	20	LOS_A	9,44	1,87	1,00	0,86	0,01
5	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
6	300-600	2: ESTACION 02 - 8: Av. Patricio Meléndez (2) N-S	45,53	32	LOS_B	12,49	6,25	0,69	23,06	0,33
6	300-600	2: ESTACION 02 - 9: Av. Patricio Meléndez (3) S-N	11,14	5	LOS_B	11,08	4,76	0,60	3,28	0,05
6	300-600	2: ESTACION 02 - 11: Av. Industrial (2) E-O	44,29	11	LOS_A	7,31	4,12	0,36	5,49	0,08
6	300-600	2: ESTACION 02 - 13: Av. Industrial (1) O-E	38,11	20	LOS_A	8,28	3,52	0,45	47,86	0,68
6	300-600	2: ESTACION 02			LOS_B					
Promedio	300-600		34,77	17,00		9,94	4,46	0,59	14,05	0,20
Desviación Estándar	300-600		14,23	10,39		2,06	1,37	0,20	15,57	0,22
Valor Mínimo	300-600		11,14	5,00		7,31	1,87	0,36	0,86	0,01
Valor Máximo	300-600		45,53	32,00		12,49	6,25	1,00	47,86	0,68

Nota. Se observa los resultados de los nodos de la propuesta 1 para la intersección 02 con un número total de 6 números de simulaciones obtenidos por el software.

Después de realizar el modelado se verifica los resultados con la propuesta 1 en las intersecciones de estudio. Por ello se compara los niveles de servicio actual con la propuesta 1 para las intersecciones 01 y 02 en la Tabla 33.

Tabla 33

Comparación de LOS actual y propuesta 1 en los accesos

Intersecciones	Accesos	Avenidas	LOS - PTV VISSIM	
			Actual	Propuesta 1
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	D	B
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	C	B
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	B	A
Intersección 02	ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	B	B
	ED 5	Av. Industrial (1) O-E	B	A
	ED 6	Av. Industrial (2) E-O	B	A
	ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	B	B

Nota. Se aprecia la comparación del nivel de servicio actual y la propuesta 1 para cada acceso.

En la intersección 01:

- Para el acceso ED1 presenta un flujo vehicular de 1070 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 15,28(s) y un LOS de Tipo B.
- Para el acceso ED2 presenta un flujo vehicular de 982 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 19,69 (s) y un LOS de Tipo B.
- Para el acceso ED3 presenta un flujo vehicular de 297 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 7,08 (s) y un LOS de Tipo A.

El estado total de LOS de la intersección 1 - propuesta 1, según la Tabla 17 para intersecciones semaforizadas se encuentra entre los rangos 10 (s) – 20 (s) dando un LOS_B.

En la intersección 02:

- Para el acceso ED4 presenta un flujo vehicular de 571 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 12,49 (s) y un LOS de Tipo B.
- Para el acceso ED5 presenta un flujo vehicular de 907 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 8,86 (s) y un LOS de Tipo A.
- Para el acceso ED6 presenta un flujo vehicular de 975 (veh/h) con un tiempo

de demora promedio de 7,31 (s) y un LOS de Tipo A.

- Para el acceso ED7 presenta un flujo vehicular de 186 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 11,08 (s) y un LOS de Tipo B.

El estado total de LOS de la intersección 2 - propuesta 1, según la Tabla 17 para intersecciones semaforizadas se encuentra entre los rangos 10 (s) – 20 (s) dando un LOS_B.

4.2.3. Resultados de propuesta 1: longitud de las colas

Al revisar el nivel de servicio (LOS) de cada acceso de la propuesta 1, se verifica la longitud de colas y se compara con el actual, como se aprecia en la Tabla 34.

Tabla 34

Diferencia en longitud de cola actual y propuesta 1

Accesos	Avenidas	Long. de Cola Aprox. (m) Campo	Long. de Cola Aprox. (m) Propuesto 1	Diferencia en Long. de Cola (m)
ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	84	43,35	40,65
ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	70	44,49	25,51
ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	40	30,45	9,55
ED 4	Av. Patricio Meléndez (2) N-S	62	45,53	16,47
ED 5	Av. Industrial (1) O-E	50	38,11	11,89
ED 6	Av. Industrial (2) E-O	56	44,29	11,71
ED 7	Av. Patricio Meléndez (3) S-N	10	11,14	-1,14

Nota. Se aprecia los resultados de diferencia de la longitud de colas actual y de la propuesta 1 para cada acceso.

Se observar la diferencia en cada acceso, mostrando una diferencia de longitud de cola significativa en cada acceso, demostrando que la propuesta 1 cumple la función de disminuir el flujo vehicular más que todo para la intersección 01 que es la más beneficiada.

4.3. Propuesta 2 en infraestructura para la intersección 01

Después de optimizar los tiempos semafóricos con la propuesta 1 se determinó que cumple como solución para que el flujo vehicular sea fluido. Por otra parte, al inicio de la microsimulación en la intersección 01 de la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av.

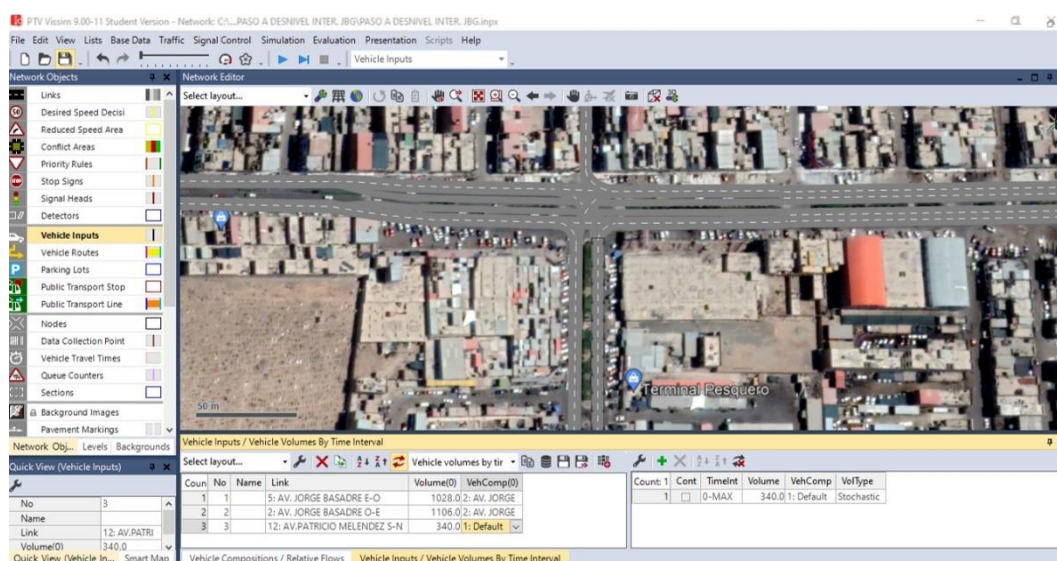
Patricio Meléndez observamos que el acceso ED1 en Av. Jorge Basadre Grohmann (1) con sentido O-E presenta un LOS de “Tipo D” con tiempo de demora en 50,07 segundos por lo que está cerca de un LOS de “Tipo E”.

Debido que actualmente el flujo vehicular crece cada año, podemos llegar a la conclusión que en un futuro cercano dicho flujo aumentará. Es por ello que se presenta esta propuesta 2 con la finalidad de que el flujo vehicular no crezca de manera constante, lo cual se implementara la infraestructura de paso a desnivel para el acceso ED1 y para el acceso ED2, logrando así mejorar el flujo vehicular de la intersección 01 y sus accesos.

Para la modelación de la infraestructura de paso a desnivel se toma los mismos datos iniciales como el flujo vehicular, los tiempos de semaforización de la propuesta 1, las demás características mencionadas utilizadas en el software y como producto final se puede apreciar en la Figura 196 el modelado del paso a desnivel.

Figura 196

Diseño de modelo del paso a desnivel para la intersección 01



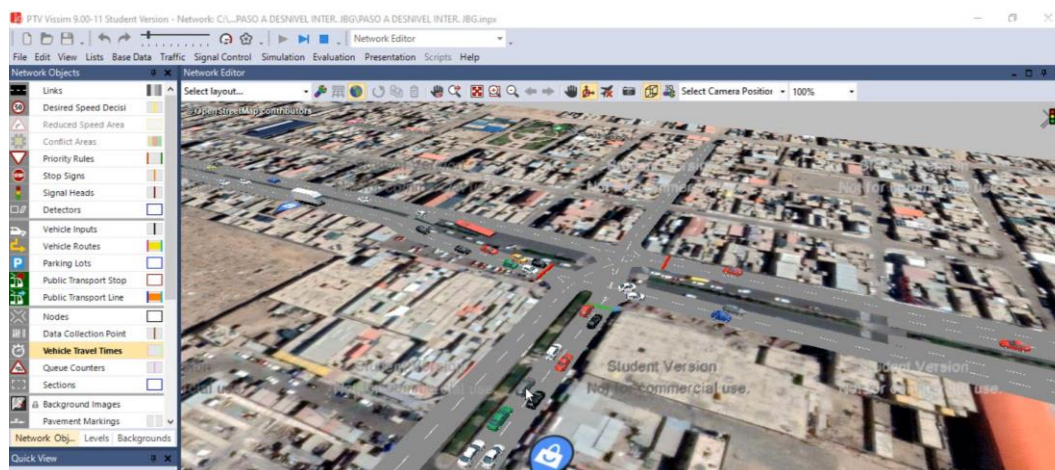
Nota. Se aprecia los resultados de diferencia de la longitud de colas actual y de la propuesta 1 para cada acceso.

4.3.1. Resultados de propuesta 2: niveles de servicio (LOS)

Terminando de modelar la propuesta 2 de la intersección 1 se procede a verificar el nivel de servicio (LOS) para cada acceso mediante la microsimulación, como se aprecia en la Figura 197.

Figura 197

Microsimulación del paso a desnivel para la intersección 01



Nota. Se aprecia la microsimulación del paso a desnivel para ambos sentidos del acceso ED1 y ED2.

Para el caso de propuesta 2 se hicieron también los 6 números de simulaciones donde los siguientes resultados se pueden observar en la Figura 198 y se muestran de forma detallada en la Tabla 35 que demuestra todos sus accesos y sus LOS correspondientes.

Figura 198

Resultado de propuesta 2 - nodos en la intersección 01

Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)
53	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 5: AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O@33.6	8.53	31.56	23	LOS_B	2	14.94
54	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 5: AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O@33.6	8.53	31.56	1	LOS_C	3	26.51
55	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 7: AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E@27.4	6.80	30.36	10	LOS_B	2	18.39
56	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 7: AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E@27.4	6.80	30.36	24	LOS_B	2	14.93
57	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 10: AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PAS	0.00	0.00	54	LOS_A	1	0.13
58	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 12: AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PAS	0.00	0.00	35	LOS_A	1	0.38
59	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 13: AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N@1	7.98	32.17	18	LOS_C	3	21.69
60	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 13: AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N@1	7.98	32.17	22	LOS_B	2	11.29
61	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ - 13: AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N@1	7.98	32.17	1	LOS_A	1	0.00
62	6	300-600	1: AV. JORGE BASADRE/AV. PATRICIO MELENDEZ	4.66	32.17	210	LOS_B	2	12.60

Nota. Se muestra el resultado de propuesta 2 de nodos obtenido por el software PTV Vissim para la intersección 01 tras la sexta simulación.

Tabla 35

Resultado de nodo y LOS de la propuesta 2 para la intersección 01

RESULTADO DE NODO Y LOS PARA LA PROPUESTA 2 - INTERSECCIÓN 01

Nro. de Simulaciones	Tiempo de Simulación	Lugar de Desplazamiento	Long. máxima de cola (m)	Nro. Vehículos	Nivel de Servicio (LOS)	Tiempo de Demora de Vehículos (seg)	Tiempo de Demora por Parada (seg)	Nro. Paradas	Emisiones CO (g)	Consumo de Combustible (gal)
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	31,56	22	LOS_B	17,77	11,39	0,73	16,89	0,24
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	23	LOS_B	14,94	9,89	0,65	16,00	0,23
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	1	LOS_C	26,51	19,95	1,00	0,96	0,01
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	30,36	10	LOS_B	18,39	11,44	0,90	8,31	0,12
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	30,36	24	LOS_B	14,93	8,99	0,79	16,69	0,24
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL	0,00	54	LOS_A	0,13	0,00	0,00	16,08	0,23
1	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL	0,00	35	LOS_A	0,38	0,00	0,00	10,51	0,15
1	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	32,17	18	LOS_C	21,69	16,54	0,67	14,38	0,21
1	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	32,17	22	LOS_B	11,29	6,40	0,50	12,44	0,18
1	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	32,17	1	LOS_A	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
1	300-600	1: INTERSECCIÓN 01			LOS_B					
2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	31,56	22	LOS_B	17,77	11,39	0,73	16,89	0,24
2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	23	LOS_B	14,94	9,89	0,65	16,00	0,23
2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	1	LOS_C	26,51	19,95	1,00	0,96	0,01
2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	30,36	10	LOS_B	18,39	11,44	0,90	8,31	0,12
2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	30,36	24	LOS_B	14,93	8,99	0,79	16,69	0,24

2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL	0,00	54	LOS_A	0,13	0,00	0,00	16,08	0,23
2	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL	0,00	35	LOS_A	0,38	0,00	0,00	10,51	0,15
2	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	32,17	18	LOS_C	21,69	16,54	0,67	14,38	0,21
2	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	32,17	22	LOS_B	11,29	6,40	0,50	12,44	0,18
2	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	32,17	1	LOS_A	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
2	300-600	1: INTERSECCIÓN 01			LOS_B					
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	31,56	22	LOS_B	17,77	11,39	0,73	16,89	0,24
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	23	LOS_B	14,94	9,89	0,65	16,00	0,23
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	1	LOS_C	26,51	19,95	1,00	0,96	0,01
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	30,36	10	LOS_B	18,39	11,44	0,90	8,31	0,12
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	30,36	24	LOS_B	14,93	8,99	0,79	16,69	0,24
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL	0,00	54	LOS_A	0,13	0,00	0,00	16,08	0,23
3	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL	0,00	35	LOS_A	0,38	0,00	0,00	10,51	0,15
3	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	32,17	18	LOS_C	21,69	16,54	0,67	14,38	0,21
3	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	32,17	22	LOS_B	11,29	6,40	0,50	12,44	0,18
3	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	32,17	1	LOS_A	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
3	300-600	1: INTERSECCIÓN 01			LOS_B					
4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	31,56	22	LOS_B	17,77	11,39	0,73	16,89	0,24
4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	23	LOS_B	14,94	9,89	0,65	16,00	0,23
4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	1	LOS_C	26,51	19,95	1,00	0,96	0,01
4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	30,36	10	LOS_B	18,39	11,44	0,90	8,31	0,12
4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	30,36	24	LOS_B	14,93	8,99	0,79	16,69	0,24

4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL	0,00	54	LOS_A	0,13	0,00	0,00	16,08	0,23
4	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL	0,00	35	LOS_A	0,38	0,00	0,00	10,51	0,15
4	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	32,17	18	LOS_C	21,69	16,54	0,67	14,38	0,21
4	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	32,17	22	LOS_B	11,29	6,40	0,50	12,44	0,18
4	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	32,17	1	LOS_A	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
4	300-600	1: INTERSECCIÓN 01			LOS_B					
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	31,56	22	LOS_B	17,77	11,39	0,73	16,89	0,24
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	23	LOS_B	14,94	9,89	0,65	16,00	0,23
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	1	LOS_C	26,51	19,95	1,00	0,96	0,01
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	30,36	10	LOS_B	18,39	11,44	0,90	8,31	0,12
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	30,36	24	LOS_B	14,93	8,99	0,79	16,69	0,24
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL	0,00	54	LOS_A	0,13	0,00	0,00	16,08	0,23
5	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL	0,00	35	LOS_A	0,38	0,00	0,00	10,51	0,15
5	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	32,17	18	LOS_C	21,69	16,54	0,67	14,38	0,21
5	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	32,17	22	LOS_B	11,29	6,40	0,50	12,44	0,18
5	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	32,17	1	LOS_A	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
5	300-600	1: INTERSECCIÓN 01			LOS_B					
6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	31,56	22	LOS_B	17,77	11,39	0,73	16,89	0,24
6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	23	LOS_B	14,94	9,89	0,65	16,00	0,23
6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	31,56	1	LOS_C	26,51	19,95	1,00	0,96	0,01
6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	30,36	10	LOS_B	18,39	11,44	0,90	8,31	0,12
6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E / AV. PATRICIO MELENDEZ N-S	30,36	24	LOS_B	14,93	8,99	0,79	16,69	0,24

6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E PASO A DESNIVEL	0,00	54	LOS_A	0,13	0,00	0,00	16,08	0,23
6	300-600	AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O PASO A DESNIVEL	0,00	35	LOS_A	0,38	0,00	0,00	10,51	0,15
6	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (2) E-O	32,17	18	LOS_C	21,69	16,54	0,67	14,38	0,21
6	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. JORGE BASADRE G. (1) O-E	32,17	22	LOS_B	11,29	6,40	0,50	12,44	0,18
6	300-600	AV. PATRICIO MELENDEZ (3) S-N / AV. PROLONG. PATRICIO MELENDEZ N-S	32,17	1	LOS_A	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
6	300-600	1: INTERSECCIÓN 01			LOS_B					
Promedio	300-600		25,19	21,00		12,60	8,46	0,52	11,26	0,16
Desviación Estándar	300-600		12,72	15,06		9,09	6,66	0,37	6,00	0,09
Valor Mínimo	300-600		0,00	1,00		0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
Valor Máximo	300-600		32,17	54,00		26,51	19,95	1,00	16,89	0,24

Nota. Se observa los resultados de los nodos de la propuesta 2 para la intersección 01 con un número total de 6 números de simulaciones obtenidos por el software.

Después de correr el modelado se verifica los resultados con la propuesta 2 en la intersección 01. Por ello se resumen los niveles de servicio en la Tabla 36.

Tabla 36

Comparación de LOS actual y propuesta 2 en la intersección 01

Intersecciones	Accesos	Avenidas	LOS - PTV VISSIM	
			Actual	Propuesta 2
Intersección 01	ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E	D	B
		Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E (Paso a Desnivel)	-	A
	ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O	C	B
		Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O (Paso a Desnivel)	-	A
	ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	B	B

Nota. Se aprecia la comparación de LOS actual y la propuesta 2 que implementa la infraestructura de paso a desnivel.

En resumen:

- Para el acceso ED1 presenta un flujo vehicular de 1070 (veh/h), para los 2 giros con un tiempo de demora promedio de 16,66 (s) con un LOS de Tipo B y para el carril de paso a desnivel con un tiempo de demora de 0,13 (s) con un LOS de Tipo A.
- Para el acceso ED2 presenta un flujo vehicular de 982 (veh/h) para los 3 giros con un tiempo de demora promedio de 19,74 (s) con un LOS de Tipo B y para el carril de paso a desnivel con un tiempo de demora de 0,38 (s) con un LOS de Tipo A.
- Para el acceso ED3 presenta un flujo vehicular de 297 (veh/h) con un tiempo de demora promedio de 10,99 (s) y un LOS de Tipo B.

El estado total de LOS de la intersección 1 - propuesta 1, según la Tabla 17 para intersecciones semaforizadas se encuentra entre el rango de 10 (s) - 20 (s) dando un LOS_B.

4.3.2. Resultados de propuesta 2: longitud de las colas

Al revisar el nivel de servicio (LOS) de cada acceso de la propuesta 2 de la intersección 01, se verifica la longitud de colas y se compara con el actual como se aprecia en la Tabla 37.

Tabla 37

Diferencia en longitud de cola actual y propuesta 2

Accesos	Avenidas	Long. de Cola Promedio (m) Campo	Long. de Cola Aprox. (m) Propuesto 2	Diferencia en Long. de Cola (m)
ED 1	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E		30,36	53,64
	Av. Jorge Basadre Grohmann (1) O-E (Paso a Desnivel)	84	0,00	84
ED 2	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O		31,56	38,44
	Av. Jorge Basadre Grohmann (2) E-O (Paso a Desnivel)	70	0,00	70
ED 3	Av. Patricio Meléndez (1) S-N	40	32,17	7.83

Nota. Se aprecia los resultados de diferencia de la longitud de colas actual y de la propuesta 2 para cada acceso de la intersección 01.

Se observar la diferencia en cada acceso en la Tabla 37, mostrando una gran diferencia de longitud de cola en cada acceso, demostrando que la propuesta 2 cumple la función de disminuir por completo el flujo vehicular para la intersección 01, además de contar una infraestructura de paso a desnivel para los accesos ED1 y ED2 lo cual no genera una longitud de cola y el flujo vehicular es libre sirviendo de paso a vehículos pesados y livianos que circulen de forma continua.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se puede comprobar con la información obtenida mediante el aforo vehicular y utilizando el software PTV Vissim 9.00 (Versión Estudiantil) que el nivel de servicio de los accesos de la intersección 01 son ED1 (Av. Jorge Basadre Grohmann O – E) con un LOS “Tipo D”, para ED2 (Av. Jorge Basadre Grohmann E – O) con un LOS “Tipo C” y para ED3 (Av. Patricio Meléndez S – N) con un LOS “Tipo B”. El nivel de servicio para los accesos de la intersección 02 son ED5 (Av. Industrial O – E) Y ED6 (Av. Industrial E – O) ambos con un LOS “Tipo B” y para los accesos ED4 (Av. Patricio Meléndez N – S) y ED7 (Av. Patricio Meléndez S – N) ambos con un LOS “Tipo B”, estos resultados tienen relación con Urbina C. & Torres F. (2018) en el procedimiento realizado con el Synchro, ya que el PTV Vissim también lo realiza.

Se planteó como propuesta 1 en mejorar los ciclos semafóricos en la intersección semaforizada 01 lo cual consiste en reducir el tiempo de cada fase, los cuales serán para los accesos ED1 (Av. Jorge Basadre Grohmann O – E) y ED2 (Av. Jorge Basadre Grohmann E – O) con un tiempo rojo 32 s, ámbar 3 s y verde 22 s, y para el acceso ED3 (Av. Patricio Meléndez S – N) con un tiempo rojo 32 s, ámbar 3 s y verde 16 s. En la intersección semaforizada 02 se redujo el tiempo de cada fase, los cuales son para el acceso ED5 (Av. Industrial O – E) Y ED6 (Av. Industrial E – O) con un tiempo rojo 22 s, ámbar 3 s y verde 17 s, y para el acceso ED4 (Av. Patricio Meléndez N – S) y ED7 (Av. Patricio Meléndez S – N) con un tiempo rojo 20 s, ámbar 3 s y verde 15 s. Estos resultados guardan relación en optimizar el ciclo semafórico según Arteaga Panéz (2018), a diferencia de Huanca T. & Rojas Q. (2019) que si aplica el método de Webster para determinar si su propuesta es confiable desde un punto de análisis.

Se implemento como propuesta 2 la infraestructura de paso a desnivel en la intersección semafórica 01 que comprende la Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez para el acceso ED1 (Av. Jorge Basadre Grohmann O – E) y el acceso ED2 (Av. Jorge Basadre Grohmann E – O), logrando que el flujo vehicular sea fluido con un LOS de “Tipo B” brindando una mejora de tránsito las cuales permitirá disminuir el tiempo de demoras y se mejora notablemente el comportamiento de las longitudes de colas, más 188 aun en los carriles de la infraestructura de paso a desnivel dando un comportamiento positivo en no generar colas y en optimizar su flujo con un

LOS de “Tipo A”, estos resultados guardan relación en implementar el paso a desnivel como propuesta que soluciona el LOS de cada acceso según Huanca T. & Rojas Q. (2019) dando así una mejor alternativa.

(Huanchi Vargas & Portugal Arroyo, 2019) De las propuestas planteadas podemos afirmar que entre la propuesta 1 y la propuesta 2, la más viable vendría siendo la propuesta 2 debido a que analizó que el acceso ED1 llega a un tiempo de demora de 50,07 (s) con LOS de Tipo D llegando a acercarse a un LOS de Tipo E, lo cual conlleva a implementar la infraestructura de un paso a desnivel para el acceso ED1 y también para el acceso ED2. A diferencia de la propuesta 1 que solo se optimiza el ciclo semafórico y que en dicho futuro cercano puede llegar saturarse, es por ello que la propuesta 2 soluciona los inconvenientes como la longitud de cola y el flujo vehicular, esta relación conlleva con Álvarez Jordy (2017) que realiza la comparación de las colas.

CONCLUSIONES

El nivel de servicio (LOS) se puede comprobar con la información obtenida mediante el aforo vehicular y los ciclos semafóricos utilizando el software PTV Vissim 9.00 (Versión Estudiantil) para la intersección 01 de Av. Jorge Basadre Grohmann Av. Patricio Meléndez y la intersección 02 de Av. Patricio Meléndez y Av. Industrial, para así determinar las propuestas convenientes en nuestras zonas de estudio.

Se obtuvo los niveles de servicios actuales mediante la microsimulación del PTV Vissim 9.00 (Versión Estudiantil) para la intersección 01 de Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez con un LOS de “Tipo C” y la intersección 02 de Av. Patricio Meléndez y Av. Industrial con un LOS de “Tipo B”.

Se realizó la propuesta de optimización de ciclos semafóricos para las 2 intersecciones de estudio, logrando optimizar independientemente cada acceso que lo comprenden, por ello se utilizó el Cálculo de Tiempo (Método de Webster) para analizar los nuevos ciclos semafóricos, obteniendo como resultados para el acceso ED1 y ED2 con un ciclo de 56 s, el acceso ED3 con un ciclo de 51 s, el acceso ED4 y ED7 con un ciclo de 38 s, y para el acceso ED5 y ED6 con un ciclo de 40 s.

Se analizó otra propuesta en base a la microsimulación de la zona de estudio en específico para la intersección 01 y acceso ED1 Av. Jorge Basadre Grohmann – sentido O – E dando como resultado un LOS de “Tipo D” donde su tiempo de demora es casi cercano a un LOS de “Tipo E”, y que debido al incremento vehicular anual se propuso la implementación del paso a desnivel para la Av. Jorge Basadre Grohmann en los accesos ED1 (Entrada) y ED2 (Salida) ayudando en optimizar el flujo vehicular.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros tesisistas que quieran realizar estudios de tránsito en usar el programa PTV Vissim, que los ayudará en el modelado microscópico las cuales ayudan a ejecutar estudios más realistas y poder brindar soluciones que pueden mejorar el tránsito en la ciudad de Tacna.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna en mejorar un plan de gestión vehicular en todas las calles, avenidas y óvalos con gran flujo vehicular, ya sea en el cambio de rutas, cambio de giros, etc. Para que este pueda mejorar el flujo vehicular.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna realizar un mantenimiento periódico del pavimento y de las señalizaciones viales para una adecuada transitabilidad vehicular.

Se recomienda a la Subgerencia de Transporte y Seguridad Vial de la Municipalidad Provincial de Tacna implementar semáforos inteligentes que cuenten con contador de tiempo y contador peatonal en la intersección Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez. Estas recomendaciones tienen un mismo fin que es contribuir al mejoramiento del nivel de servicio y poder evitar la congestión vehicular.

Se recomienda a la Gerencia de Ingeniería y Obras de la Municipalidad Provincial de Tacna pueda tomar en consideración la propuesta que se planteó en esta investigación, y permita elaborar un expediente técnico donde se rediseñe la sección vial para poder ejecutar un paso a desnivel, que sería una gran solución al congestionamiento vehicular y mejoraría el ornato de la ciudad en la intersección Av. Jorge Basadre Grohmann con Av. Patricio Meléndez. Esta recomendación es la que más contribuye a resolver el problema del congestionamiento vehicular y mejora enormemente el nivel de servicio de esa intersección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá Ramos, M. (2016). *Microsimulación del tráfico de la intersección de las avenidas Bolívar, Córdova y calle Andalucía empleando el software Vissim 6 Trabajo de grado ingeniero civil*, Lima, Perú.
- Alvarez Bernal , D., & Quiñones Sepúlveda, M. (2020). "Análisis micro-simulación de tránsito de la Calle 80, entre avenida Boyacá y puente de Buadua. vial de conexión entre la ciudad de Bogotá y el nuevo aeropuerto el Borado II". Bogotá, Chile.
- Alvarez Vargas, J. (2017). "Microsimulación intermodal en la ciudad del Cusco empleando los software Vissim 8 y Viswalk8". Lima, Perú.
- Arteaga Panez, J. (2018). "Microsimulación del tráfico en la ciudad de Cerro de Pasco con el programa PTV Vissim 9 en la intersección Ca. Alfonso Rivera, Ca. Lima y Ca. Huancavelica". Pasco, Perú.
- Condori Mamani , A., & Lipa Flores, J. (2018). "Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la avenida Bolognesi con la avenida Basadre y Forero". Tacna, Perú.
- FHWA. (2004). *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software*. Virginia, EEUU. .
- Flores Hernández, S., & Vargas Amaya, D. (2019). *Calibración y validación de parámetros de comportamiento mediante microsimulación en intersecciones, caso estudio Tunja*. Tunja.
- Fontalvo Arrieta, K. (2013). "Modelación del tránsito vehicular con el software PTV Vissim tramo bomba El Gallo - bomba El Amparo". Cartagena, Colombia.
- HCM 2010. (s.f.). *Highway Capacity Manual 2010*.
- Huanchi Vargas, J., & Portugal Arroyo, E. (2019). "Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo Calle Gral. Vizquerra - Av. Arias y Araguez del distrito de Tacna Año 2018". Tacna, Perú.
- Ingeniería de tránsito 9ª edición. (s.f.). En R. Cal y Mayor Reyes Spíndola, & J. Cárdenas Grisales. Alfaomega.
- M.L. MANHEIM. (1984). *Fundamentals of Transportation Systems Analysis, Volume 1*.
- MTC. (2006). Clasificación Vehicular y Estandarización de Características

- Registrables Vehiculares. En MTC (Ed.), *Directiva N° 002-2006-MTC/15*.
- MTC. (2016). *Manual de Dispositivos de Control de Transito*. Perú.
- MTC. (s.f.). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG - 2018)*.
- OGDEN, K. (1997). *"Safer Roads. A Guide to Road Safety Engineering"*. Avebury Technical.
- Ortiz Lanchipa, E., & Veliz Cabrera, A. (2018). *"Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial"*. Tacna, Perú.
- PTV GROUP. (2023). <https://www.myptv.com/en>. <https://www.myptv.com/en/mobility-software/ptv-vissim#functions>
- PTV VISSIM. (2016). *USER MANUAL VISSIM*.
- Roca, V. (2010). *Aplicación de Modelos de Microsimulación en la Ingeniería de Tránsito*. <http://revistavial.com/aplicacion-de-modelos-de-microsimulacion-en-laingenieria-del-transito-25993/>
- Solano Estrada, A., & Terrones, D. (2017). *"Aplicación de la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las avenidas Cesar Vallejo con José María Euguren"*. Trujillo, La Libertad.
- Suárez Castaño, L. (2007). *"Análisis y evaluación operacional de intersecciones urbanas mediante microsimulacion"*. Medellín, Colombia.
- Urbina Cantuta, C., & Torres Flores, A. (2018). *"Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna"*. Tacna, Perú.
- Verdugo Romero, W. (2018). *Diseño y validación de un modelo matemático para la simulación de tráfico vehicular alrededor a la ruta del tranvía en el centro histórico de la ciudad de Cuenca usando autómatas celulares*. Ecuador.

ANEXO

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “DETERMINACION DE NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL CON SOFTWARE PTV VISSIM EN AV. PATRICIO MELÉNDEZ TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN HASTA AV. INDUSTRIAL, PROVINCIA DE TACNA - 2022”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS
1. Problema general	1. Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente		
¿De qué manera la evaluación del nivel de servicio utilizando el software PTV Vissim permite determinar una propuesta de mejora vial en Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, Provincia de Tacna – 2022?	Determinar el nivel de servicio en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, para determinar la propuesta de mejora vial que logre optimizar la transitabilidad en dicha intersección.	La evaluación del nivel de servicio utilizando el software PTV Vissim, permite favorablemente determinar las propuestas de mejora vial en la Av. Patricio Meléndez tramo Av. Jorge Basadre Grohmann hasta Av. Industrial, Provincia de Tacna – 2022	Mejora vial	<ul style="list-style-type: none"> – Sección vial. – Fases de semaforización. – Implementación de infraestructura vial 	Microsimulación de tránsito con software PTV Vissim 9.00 (Versión Estudiantil)

2. Problemas específicos	2. Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente		
<p>a. ¿Cuál es el nivel de servicio actual por acceso y en toda la intersección?</p> <p>b. ¿Es factible proyectar la simulación actual del tránsito en el tramo materia de estudio?</p> <p>c. ¿De qué manera se puede determinar la propuesta de mejora vial?</p>	<p>a. ¿Determinar el nivel de servicio actual por acceso y en toda la intersección?</p> <p>b. Proyectar la simulación actual del tránsito en el tramo materia de estudio.</p> <p>c. Determinar la propuesta de mejora vial.</p>	<p>a. El nivel de servicio actual por acceso y en toda la intersección, es desfavorable.</p> <p>b. Es altamente factible proyectar la simulación actual del tránsito en el tramo materia de estudio.</p> <p>c. Utilizando el software PTV Vissim, se determina favorablemente la propuesta de mejora vial.</p>	<p>Nivel de servicio</p>	<p>– Tipos de vehículos.</p> <p>– Capacidad según aforo vehicular.</p>	