

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y
CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO
LARCO, TRUJILLO, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO (A) CIVIL

Autores:

Luciana Arlette Hernandez Rodriguez

Oscar Alejandro Leon Vallejo

Asesor:

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz, MBA

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, quien nos permitió gozar de buena salud en estos tiempos difíciles para el país, nos brindó fortaleza, sabiduría y perseverancia.

A nuestros padres, por ser el motor que nos hizo llegar a esta instancia fundamental para poder realizar nuestras metas y logros propuestos, guiándonos por el camino del bien.

Al Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz, por brindarnos su conocimiento y asesoría durante la realización de esta investigación, que permitió alcanzar nuestra meta satisfactoriamente.

A nuestros amigos de la promoción por su apoyo, colaboración y amistad a lo largo de estos años universitarios.

A la Universidad Privada del Norte, por permitirnos ser parte de esta prestigiosa casa de estudios y brindarnos los recursos necesarios para ser profesionales de éxito.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su inmenso amor, y por darnos la fuerza necesaria para superar las adversidades que se presentaron durante este duro camino en nuestra formación profesional.

A nuestros padres, Enrique Hernández Vásquez y Lorena Rodríguez Cabanillas, Edwin León Díaz y Jacqueline Vallejo Vásquez, por su apoyo incondicional y esfuerzo realizado para convertirnos en profesionales de bien y éxito, a través de sus valores inculcados.

Al Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz, por su sabiduría y capacidad para guiar nuestras ideas, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en nuestra formación como investigadores hacia nuevos horizontes.

A la Universidad Privada del Norte, por su interés en la mejora constante del cuerpo de docentes, capacitados para guiar a jóvenes como nosotros en este futuro competitivo.

Para todos aquellos quienes estuvieron presentes en la evolución y posterior desarrollo de esta tesis, puesto que gracias a sus aportes y motivación contribuyeron a mejorar la calidad de la misma.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	14
RESUMEN	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Antecedentes de la investigación	26
1.3. Bases teóricas	32
1.3.1. Congestionamiento vehicular	32
1.3.2. Intersección tipo óvalo	33
1.3.3. Estudio de Tráfico	47
1.3.4. Simulación	57
1.4. Formulación del problema	71
1.5. Objetivos	71
1.5.1. Objetivo general	71
1.5.2. Objetivos específicos	71
1.6. Hipótesis	72
1.6.1. Hipótesis General	72

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	73
2.1. Tipo de investigación	73
2.1.1. Por el propósito	73
2.1.2. Por el diseño	73
2.2. Diseño de investigación	73
2.3. Variables	74
2.3.1. Variables	74
2.3.2. Clasificación de variables	74
2.3.3. Operacionalización de variables / Matriz de operacionalización de variables	75
2.4. Población y muestra	77
2.4.1. Población	77
2.4.2. Muestra	77
2.4.3. Materiales	77
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	77
2.5.1. Técnica de recolección de datos	77
2.5.2. Instrumento de recolección de datos	78
2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos	79
2.5.4. Análisis de datos	79
2.6. Procedimientos	80
2.6.1. Construcción del modelo	100
2.6.2. Calibración y validación del modelo	120
2.6.3. Indicadores de desempeño de la situación actual	126
2.6.4. Diseño geométrico de una turbo rotonda	131
2.6.5. Indicadores de desempeño en la turbo rotonda propuesta	135

CAPÍTULO III. RESULTADOS	137
3.1. Construcción del modelo	137
3.1.1. Geometría de la rotonda	137
3.1.2. Variación horaria del volumen vehicular mixto	139
3.1.3. Flujograma vehicular en la hora de máxima demanda	140
3.1.4. Porcentaje del flujo vehicular en la hora de máxima demanda	140
3.1.5. Composición vehicular	141
3.1.6. Análisis del flujo vehicular	142
3.2. Calibración y validación del modelo	143
3.2.1. Prueba de hipótesis T de Student	143
3.3. Indicadores de desempeño de la situación actual	146
3.3.1. Longitud de cola	146
3.3.2. Tiempo de demora	147
3.3.3. Nivel de Servicio	147
3.4. Diseño geométrico de una turbo rotonda propuesta	148
3.4.1. Geometría de la turbo rotonda	148
3.5. Indicadores de desempeño en la turbo rotonda propuesta	149
3.5.1. Longitud de cola	149
3.5.2. Tiempo de demora	150
3.5.3. Nivel de Servicio	151
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	152
4.1. Discusión	152
4.2. Conclusiones	162

4.3. Recomendaciones	164
REFERENCIAS	166
ANEXOS	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos de óvalos según elementos de diseño	40
Tabla 2	Detalle de Niveles de Servicio en rotondas	57
Tabla 3	Definición de los parámetros del modelo Wiedemann 74.....	70
Tabla 4	Diseño de investigación transversal.....	73
Tabla 5	Identificación de las variables.....	74
Tabla 6	Operacionalización de variables	75
Tabla 7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos para las variables.....	79
Tabla 8	Factores de vehículos equivalentes.....	85
Tabla 9	Asignación de tasas de flujo de entrada de dos carriles.....	87
Tabla 10	Tipos de turbo rotonda a elegir según capacidad.....	96
Tabla 11	Dimensiones de la turbo rotonda tipo rotor	97
Tabla 12	Criterio de diseño geométricos de rotondas.....	98
Tabla 13	Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....	98
Tabla 14	Ancho de calzada en ramales de giro.....	99
Tabla 15	Calificación del nivel de congestión de las vías en la ciudad de Trujillo.....	100
Tabla 16	Dimensiones de los accesos del Óvalo Larco	103
Tabla 17	Características de la señalización vertical	104
Tabla 18	Características de la señalización horizontal	106
Tabla 19	Clasificación vehicular	110
Tabla 20	Variación horaria y diaria del volumen de tránsito mixto en la rotonda	111
Tabla 21	Composición vehicular para el óvalo de estudio en la hora de VHM del día crítico jueves	115
Tabla 22	Asignación de rutas de decisión para el acceso Norte	117
Tabla 23	Datos del seguimiento vehicular en campo	121

Tabla 24 Parámetros de Wiedemann 74 para la calibración	122
Tabla 25 Distribución vehicular del día sábado en el turno 18:45 pm a 19:45 pm	124
Tabla 26 Tiempos de viaje resultantes en Vissim para la validación	125
Tabla 27 Volúmenes de tránsito y factor de hora pico en accesos Norte y Sur.....	126
Tabla 28 Volúmenes de tránsito y factor de hora pico en accesos Este y Oeste	126
Tabla 29 Ajuste de Flujos por Vehículo Pesado en accesos Norte y Sur	126
Tabla 30 Ajuste de Flujos por Vehículo Pesado en accesos Este y Oeste.....	127
Tabla 31 Flujos de circulación por acceso	127
Tabla 32 Capacidad de cada carril por entrada	128
Tabla 33 Porcentaje por carril asumido según su configuración	128
Tabla 34 Flujo por carril de acceso Norte y Sur	129
Tabla 35 Flujo por carril de acceso Este y Oeste.....	129
Tabla 36 Flujos y capacidades en vehículos por hora.....	129
Tabla 37 Relación Volumen-Capacidad por carril de cada acceso.....	130
Tabla 38 Demora y nivel de servicio por carril en los accesos Norte y Sur	130
Tabla 39 Demora y nivel de servicio por carril en los accesos Este y Oeste.....	130
Tabla 40 Volumen de tránsito por tipo de vehículo en la hora pico del día crítico	141
Tabla 41 Análisis del flujo vehicular mixto en la hora de máxima demanda.....	142
Tabla 42 Parámetros estadísticos para la calibración en el intento 17.....	143
Tabla 43 Resultados de la prueba de hipótesis T de Student para la calibración	144
Tabla 44 Parámetros estadísticos para la validación.....	144
Tabla 45 Resultados de la prueba de hipótesis T de Student para la validación	145
Tabla 46 Resumen de indicadores de desempeño según la metodología HCM y Vissim.....	147
Tabla 47 Comparación de longitudes de cola en la situación actual vs. turbo rotonda	149
Tabla 48 Comparación de tiempos de demora en la situación actual vs. turbo rotonda.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos geométricos de un óvalo	35
Figura 2. Comparación de conflictos entre un óvalo convencional e intersección tipo cruz...	37
Figura 3. Efecto de superposición en las entradas	38
Figura 4. Corrección del alineamiento de los vehículos en entrada	38
Figura 5. Efecto de superposición en las salidas.....	39
Figura 6. Efecto de cruce no tangencial en las salidas.....	39
Figura 7. Tipos de turbo rotonda según su capacidad.....	42
Figura 8. Detalle bloque-turbo de uno a cuatro ejes	43
Figura 9. Bloque de una turbo rotonda tipo rotor	43
Figura 10. Distancias y anchos entre líneas de borde de una turbo rotonda.....	44
Figura 11. Ejemplo de turbo rotonda tipo rotor	44
Figura 12. Divisor de carril elevado en una rotonda turbo en Países Bajos	45
Figura 13. Flechas utilizadas en los carriles de entrada, delante de la rotonda	46
Figura 14. Ejemplo de iluminación LED para mejorar la visibilidad de los divisores de carril	47
Figura 15. Clasificación de los conteos	51
Figura 16. Representación gráfica de los niveles de servicio	55
Figura 17. Condiciones de operación para cada nivel de servicio	57
Figura 18. Árbol genealógico de los modelos simuladores de tráfico.....	58
Figura 19. Diagrama fundamental del flujo de tráfico (velocidad-densidad, flujo-densidad).	59
Figura 20. Modelos de simulación de tráfico.....	60
Figura 21. Comunicación entre simulador de tráfico y generador de estado de señal.....	64
Figura 22. Modelación de links y conectores en Vissim.	66
Figura 23. Estructura del procedimiento para el desarrollo de tesis	80

Figura 24. Trabajos de medición de las dimensiones en campo mediante wincha laser	81
Figura 25. Ubicación de videocámaras y su campo de visibilidad	82
Figura 26. Flujo de circulación en dirección norte	86
Figura 27. Conflicto entre dos carriles de entrada con dos carriles de circulación	89
Figura 28. Intersección tipo ovalo de la Av. Larco y Av. América Sur	101
Figura 29. Codificación numérica de accesos tipo ovalo de la Av. Larco y Av. América Sur	103
Figura 30. Codificación de movimientos en la intersección.....	104
Figura 31. Estado actual de la señalización vertical	105
Figura 32. Líneas de carril, líneas de pare y paso de cebrá en mal estado	106
Figura 33. Deterioro de flechas direccionales, cruce de ciclista e invasión de línea doble ...	107
Figura 34. Pintura deteriorada para la restricción de estacionamiento	107
Figura 35. Accidente vehicular en el óvalo	107
Figura 36. Tachas retrorreflectivas deterioradas.....	108
Figura 37. Gibas rompemuéle en mal estado.....	108
Figura 38. Fallas en el pavimento	109
Figura 39. Ubicación de zona de estudio en Vissim.....	113
Figura 40. Cuadro de diálogo en la creación de un link	114
Figura 41. Composición vehicular en el acceso Sur para la Av. América Sur	115
Figura 42. Flujo vehicular ingresado para el acceso Norte de la Av. América Sur.....	116
Figura 43. Rutas de decisión del automóvil en el acceso Norte de la Av. América Sur	117
Figura 44. Cola vehicular en la salida de la Av. Larco acceso Oeste	118
Figura 45. Programación del ciclo semafórico en Vissim	118
Figura 46. Áreas de conflicto mitigadas en la rotonda	119
Figura 47. Zonas de reducción de velocidad en giros y gibas en el óvalo.....	120

Figura 48. Longitud de análisis del tiempo de viaje para calibración y validación en el acceso Este.....	120
Figura 49. Flujograma del tráfico vehicular del día sábado en el turno 18:45 pm a 19:45 pm	124
Figura 50. Tasas de flujos ajustadas de todos los movimientos	127
Figura 51. Ejemplo de flujos considerados para el flujo de circulación sur	128
Figura 52. Proceso de microsimulación bajo condiciones actuales	131
Figura 53. Trazado del bloque turbo rotor y sus ejes correspondientes.....	132
Figura 54. Diseño conceptual del bloque turbo rotor	132
Figura 55. Construcción de accesos de turbo rotonda apoyado en el programa TORUS.....	133
Figura 56. Parámetros de entrada al programa para las dimensiones de los carriles.....	133
Figura 57. Prueba de movimiento E3 para verificar un correcto desplazamiento del vehículo de diseño	134
Figura 58. Prueba de visualización de la señalización en el acceso Norte	134
Figura 59. Diseño en planta del modelo microsimulador de la turbo rotonda propuesta en Vissim.....	135
Figura 60. Vista en 3D del proceso de microsimulación de la turbo rotonda en Vissim.....	136
Figura 61. Geometría actual de la rotonda.....	137
Figura 62. Secciones viales actuales del Ovalo Larco	138
Figura 63. Variación horaria del volumen de tránsito total	139
Figura 64. Flujograma de tráfico vehicular en la hora de máxima demanda del día crítico jueves	140
Figura 65. Porcentaje del flujo vehicular en los accesos dentro de la hora pico	141
Figura 66. Composición vehicular en la hora pico	142
Figura 67. Longitud de cola actual por acceso HCM vs. Vissim	146

Figura 68. Tiempo de demora actual por acceso HCM vs. Vissim	147
Figura 69. Geometría de la turbo rotonda propuesta	148
Figura 70. Evaluación comparativa de longitudes de cola	149
Figura 71. Evaluación comparativa de tiempos de demora	150
Figura 72. Evaluación comparativa de niveles de servicio	151

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Volumen vehicular en un determinado tiempo	47
Ecuación 2. Transito promedio diario anual	49
Ecuación 3. Transito promedio diario semanal.....	49
Ecuación 4. Factor de hora pico.....	52
Ecuación 5. Distancia de seguridad entre dos vehículos	71
Ecuación 6. Tamaño de la muestra de tiempo de viaje en campo	83
Ecuación 7. Tasa de flujo de demanda para movimiento	84
Ecuación 8. Tasa de flujo de demanda para movimiento	85
Ecuación 9. Factor de ajuste de vehículos pesados.....	85
Ecuación 10. Ejemplo de tasa de flujo de circulación en dirección norte	86
Ecuación 11. Capacidad del carril derecho de entrada en pce	88
Ecuación 12. Capacidad del carril izquierdo de entrada en pce	88
Ecuación 13. Tasa de flujo de carril ajustada	89
Ecuación 14. Capacidad de carril ajustada	89
Ecuación 15. Factor de ajuste de vehículo pesado para carril de entrada.....	90
Ecuación 16. Relación volumen-capacidad del carril.....	90
Ecuación 17. Demora de control promedio para cada carril.....	90
Ecuación 18. Demora de control para cada entrada.....	91
Ecuación 19. Demora de control de todo el óvalo	91
Ecuación 20. Cola del percentil 95 por carril	92
Ecuación 21. Desviación estándar muestral.....	93
Ecuación 22. N° mínimo de corridas	93
Ecuación 23. Intervalo de confianza para la aceptación o rechazo de hipótesis nula.....	94

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo, en el Óvalo Larco ubicado en la intersección de las avenidas América Sur y Víctor Larco, la cual tuvo por objetivo analizar la microsimulación de tráfico y congestiónamiento vehicular de la zona. Se empleó un diseño no experimental descriptivo, donde la técnica utilizada en la recolección de datos fue la observación directa, con fichas de registro y cámaras de videograbación; realizándose a su vez el proceso de análisis de datos por medio de la construcción de un modelo microsimulador con el software Vissim, el cual permitió calcular indicadores de desempeño de la intersección. El proceso de microsimulación arrojó valores relacionados al tiempo de viaje, que mediante la calibración se estimó una representación exacta de la situación existente a través del modelo; de modo que, la congestión vehicular analizada con la metodología HCM 2010 y la microsimulación vehicular obtuvieron un alto nivel de saturación, obedeciendo a un nivel de servicio F que comprueba la brecha de oferta - demanda en la infraestructura. Por lo tanto, se planteó el diseño geométrico de una turbo rotonda, que, siguiendo el mismo proceso de evaluación, causó un importante alivio a la congestión hasta un nivel de servicio D.

Palabras claves: microsimulación de tráfico, congestiónamiento vehicular, Óvalo Larco.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Durante las últimas décadas el aumento del uso de vehículos privados, condicionado por las recientes políticas de transporte urbano, ha generado que la congestión vehicular aparezca como uno de los grandes problemas que afectan a ciudades o localidades de cualquier parte del mundo. Es ahí, donde entra a tallar la ingeniería de transportes que se encarga principalmente del estudio de los indicadores de eficiencia en la infraestructura vial y la prestación del servicio de transporte urbano, adaptando los distintos flujos de tráfico a los recursos físicos de la red, que, en su mayoría, ha derivado en la gestión e implementación equívoca de medidas que en un inicio demostraron ser exitosas, pero presentaron inconvenientes a largo plazo (Quintero, 2017). Es ahí, que a partir de la década de los 80, los responsables de los departamentos asignados a estudiar el tráfico intuyeron que las soluciones tradicionales que se aplicaban no serían capaces de resolver esta problemática, mientras no se ejecute un correcto estudio acerca de los flujos vehiculares, peatonales, etc., que involucre una evaluación ante condiciones de tráfico variables (Lema, Pedreira Bouza y Allende, 2009). Es por ello, que, para la tendencia actual, es necesario el uso de modelos de simulación vehicular mediante diferentes herramientas; tales como programas computacionales, que funcionan como punto de partida para la aplicación de técnicas de optimización vehicular.

La empresa INRIX (2019) señala a Estambul como la segunda ciudad más congestionada del mundo; Akyüz (2017) atribuye al tráfico vehicular como el problema urbano más importante de la ciudad, que nació como producto de una creciente afluencia de migración interna desde las zonas rurales del centro y Turquía oriental a Estambul, ocasionando un mayor número de automóviles en las carreteras debido a la rápida urbanización y al crecimiento de la población. Otro factor causante de esta situación es el

sistema de transporte público deficiente que se ha caracterizado por velocidades más lentas y tiempos de viaje más largos. No obstante, han surgido distintas soluciones a los problemas de tráfico actuales en la ciudad, por ejemplo, la renovación del transporte público de alta capacidad, proporcionando instalaciones mejoradas como acceso Wi-Fi con asientos cómodos y el desarrollo de alternativas de transporte intermodal, como el metro.

En Colombia, uno de los países recurrentes con la congestión vial, se afirma que la causalidad de la misma se debe a la formación del conductor, dado que mucho de los incidentes y/o embotellamientos que se observan, se generan por imprudencia de los mismos. Por lo tanto, se cree necesario la inversión en nuevas tecnologías de sincronización de los semáforos y señalización, ya que el control vehicular es ineficiente, asimismo, urge la necesidad de establecer rutas de ampliación de vías y mantenimiento de la red (Tobar, 2018).

La situación no es ajena en la ciudad de Quito, ya que analizando los datos de un informe del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2014), en los últimos diez años, el parque vehicular ha experimentado un incremento notable, con variaciones anuales entre el 5% y el 10%, lo que ha llevado a un aumento de 15 000 a 35 000 vehículos cada año, reduciendo el límite de velocidad de 19,9 km/h a 14,1 km/h. Como respuesta a ello, la ciudadanía local demanda soluciones que mejoren el flujo de circulación, tal como el nuevo sistema de semaforización adaptativo, incorporando Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) (Herrera, 2019).

En relación al proceso de microsimulación, países como China, ante la necesidad de hacer un buen diseño de intersecciones para el caso de vueltas en U, incluyendo el aumento de carril e implemento de reductores de velocidad u otros factores, resulta de carácter fundamental la utilización de un modelo de simulación que ayudará a conocer,

cual es la viabilidad de ciertas modificaciones geométricas para asegurar un flujo continuo y eficaz de los carriles aledaños al de la vuelta en U (Liu, Qu, Yu, Wang, y Cao, 2012).

Por otro lado, en España, Quaassdorff (2016) desarrolla su aplicación no convencional en la evaluación de distintos escenarios para el mejoramiento de niveles de servicio vehicular, dado que, se le da adición un enfoque específico al uso de micro simulaciones. Por ejemplo, en zonas de alta densidad vehicular en Madrid, para estimar las emisiones de NOX y PM10 en una escala de medidores, se usa el programa Vissim en conjunto con Versit + micro, que utiliza salidas Vissim para calcular las emisiones relacionadas a nivel del vehículo.

En Chile el uso de programas microsimuladores, es necesario para redes de tamaño medio menor, en comparativa con los modelos tipo mesoscópicos o macroscópico; ya que, permiten evaluar de manera detallada cada elemento de una red vial, analizar situaciones no predictivas (incidentes), analizar la operación del transporte público y evaluar distintos sistemas inteligentes de transporte (Zúñiga, 2010).

En el Perú, un claro ejemplo de la gravedad del tráfico vehicular es la ciudad de Lima, en donde incluso, el índice de tráfico de TomTom (2019) la sitúa como la séptima ciudad más congestionada del mundo con un 57% de demora en comparación a un viaje en condiciones de flujo libre. Alegre (2016) señala que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), menciona que para el año 2014 existieron 1,5 millones de vehículos en la Región Lima, lo cual representaba el 66% de los vehículos a nivel nacional, claro ejemplo del centralismo existente en el país. Asimismo, en la última década, su parque automotor tuvo una tasa de crecimiento entre 8% y 9% anual, obligando la aparición de distintas políticas de solución que involucren la movilidad sostenible (preferencia al peatón) a largo plazo, que vayan de la mano de la gestión vial de los flujos de tránsito y la aplicación de un transporte articulado.

Asimismo, existe una amplia gama de investigaciones que sugieren el uso de programas simuladores de tránsito para realizar modelos microscópicos de intersecciones de gran aforo vehicular, tal es el caso de Alcalá (2016), que propone el uso del programa Vissim con el fin de aprovechar los distintos escenarios que evalúa su modelo, para proponer propuestas de mejora que requieren ser verificados con los valores obtenidos en un estudio de campo. A su vez Álvarez (2017), ha trabajado de manera simultánea con Vissim y Viswalk en la ciudad de Cusco, donde este último pertenece al grupo de los mismos desarrolladores de Vissim, pero dedicado a la simulación microscópica peatonal.

La ciudad de Trujillo presenta distintos focos de acumulación vehicular que han ido en aumento progresivo a lo largo de los años, por lo que diversos estudios han catalogado a los tramos, intersecciones y rotondas de las Av. Los Incas, América Sur, América Norte, Pedro Muñiz, La Marina, Jesús de Nazaret, España y Víctor Larco, como las más congestionadas, las cuales presentaron velocidades medias espaciales menores a los 36 km/h (Layza y Mejia, 2018). A su vez, la información mostrada coincide con el estudio de saturación de la red vial metropolitana de Trujillo realizado por Transportes Metropolitanos de Trujillo (2015), el cual indica que la mayor circulación de flujo vehicular se da en las Av. Víctor Larco y Av. Nicolás de Piérola durante las horas punta, donde el 15% del flujo de tráfico vehicular son vehículos de transporte público, de los cuales el 43% son taxis y 11% taxi colectivo. Por su parte, Solano y Terrones (2017) ponen en práctica el uso de simulaciones matemáticas empleando el software Vissim, para el diagnóstico de la situación actual en las Av. César Vallejo con José María Eguren y el modelamiento de propuestas de mejora. Estos estudios demuestran que los factores críticos que causan la tendencia al tráfico vehicular, son la baja gobernabilidad institucional, transporte público urbano ineficiente y poco inclusivo, limitada infraestructura vial,

deficiente conservación, gestión del tránsito, y falta de políticas locales para incrementar la movilidad no motorizada.

La entidad encargada de velar por un óptimo control del flujo vehicular, simulación de propuestas y aplicación de lineamientos municipales del transporte urbano en la ciudad de Trujillo, es Transportes Metropolitanos de Trujillo, bajo los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico para Vías Urbanas y el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Rodríguez, Vidaña y Rodríguez (2015), sostienen que existen diversas soluciones para elevar el nivel de servicio de avenidas y/o cruces y así mejorar el flujo en ellas; sin embargo, no todas las soluciones propuestas podrían ser la respuesta a la problemática que se maneja, es por eso que se deben tomar en cuenta todos los factores esenciales que involucra la elaboración de un proyecto geométrico y de acuerdo a casos de estudio similares, las características de la avenida a analizar, tomar la decisión que sea mejor. Es importante el análisis de congestión de avenidas para poder encontrar una solución a su infraestructura porque el problema trasciende hasta un ámbito personal (del conductor en su entorno) y de la perspectiva del peatón en diferentes escenarios.

Además, Tovar, Ramírez y Del Castillo (2016), evaluaron distintos análisis sobre las demoras vehiculares se concluye que son muchas las causas donde se demuestran que la planeación del transporte debe ser continua, ya que el crecimiento poblacional y otros aspectos infieren a que se produzcan grandes colas de vehículos en un corredor vial. Donde cada uno de los análisis implementados en estos estudios buscan de una manera rápida y efectiva la solución de un conflicto en la intersección vial, simulando el estado actual de la intersección sin señalización y con implementación de esta. Como resultados a estos análisis se llega a la conclusión que una intersección señalizada garantiza la seguridad vial en un corredor mejorando el control de los giros inadecuados y posible causa de accidentes;

cabe resaltar, que en algunos casos no se podría frenar el flujo de vehículos generando más demoras entre estos.

Cáceres, Díaz y Morales (2016), mencionaron que los puntos más críticos en relación a la congestión vial son las intersecciones, dado que constituyen elementos de discontinuidad en una red vial, por lo que representan situaciones con resoluciones de forma particular, para ello los conductores necesitan un intervalo de espacio y tiempo necesario en los momentos de circulación, regularmente en vías principales, esto hace que el diseño de una intersección vial necesite una programación de software, que sirva como nexo de transición de fases que crean un campo de control basado en los tiempos y demanda vehicular para el manejo de las intersecciones.

La investigación de Tairo y Farfán (2019), demostró que el uso de la microsimulación resulta más precisa en la medición de la congestión vehicular en comparación con el método determinístico HCM 2010, ya que, los valores obtenidos para los óvalos por esta metodología solo consideran el efecto del conflicto entre volúmenes de tráfico para cada uno de los sentidos, mas no, tiene en cuenta los efectos operacionales por presencia de semaforización y las interacciones de movimientos detallados, lo que si sucede en su contraparte.

Villalba (2015) encontró que el software Synchro 8, facilita el desarrollo de modelos, en base a la recolección de data y determina con mayor facilidad las demoras producidas en las intersecciones, así como, los niveles de servicio. No obstante, se debe tener en consideración, que este tipo de softwares trabajan con modelos ideales, por lo que antes de utilizar un software microsimulador, se requiere del conocimiento de los parámetros de campo correspondientes a la realidad del país.

Según lo indicado por todos los autores, se evidencia la necesidad de potenciar los análisis de la capacidad vial en todo tipo de escenarios para determinar las condiciones de tráfico reales en una vía o intersección particular, ya que, como objetivo principal, se busca implementar soluciones continuas que requieran el uso de softwares computacionales, con una confiabilidad respaldada, permitiendo tener un panorama de escenarios de conflicto mediante la creación de un modelo de posibilidades ocurrentes de la zona, considerando a todos agentes y elementos (señaléticas y semáforos) involucrados en el tráfico vehicular.

Cabe resaltar que el organismo de Transportes Metropolitanos de Trujillo (2015) viene desarrollando proyectos vinculados al nuevo sistema de Transporte Público Urbano e Interurbano de la provincia. Específicamente en la fase de estudio, se realizó la “Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo”, que consistió en identificar el nivel de saturación de las vías principales, determinando mayor sobreoferta en las Av. Jesús Nazaret-Av. España (80%), Av. César Vallejo – Los Incas (53%), Av. España-Eguren (46%), Av. Perú (33%), con mayor incidencia en el servicio de transporte público de 28%.

Adicionalmente, Transportes Metropolitanos de Trujillo (2019) presentó la “Propuesta de modificación de itinerarios de termino de media vuelta de servicio de autocolectivos”, donde se plantea la alternativa de eliminar el giro en “U” de un carril, en la berma centra de la Av. España Cuadra 17, en torno al patrimonio monumental de la Muralla Colonial, como parte del proyecto de “Recuperación de la Muralla y su entorno”, como consecuencia de altas emisiones de material particulado que afectan al monumento y genera desorden del tránsito, congestión vehicular e inseguridad vial para los peatones. Proponiendo así, vías alternas y puntos de términos de media vuelta para los itinerarios de recorrido de 08 empresas de autocolectivos, como resultado del modelamiento de tránsito y transporte con el software Aimsun 8.1 Expert, el cual determina como factible a la

alternativa del cambio de itinerario de servicio al distrito de La Esperanza y El Porvenir, siempre y cuando se implemente: el cierre de carril segregado y giro en “U”, y la ampliación a tres carriles la Av. España, recuperando el carril segregado al entorno de la Muralla Colonial y la reubicación de paraderos independientes.

En los últimos años, el crecimiento poblacional y económico han generado un aumento de la demanda vehicular en las grandes ciudades para satisfacer las necesidades de las personas como el trabajo, estudio, recreación, descanso, etc., conllevando a una sobreexplotación de las vías existentes en distintas zonas de la ciudad durante un tiempo determinado, principalmente en las horas del día, debido al deseo de las personas en aprovechar este periodo para realizar sus diversas actividades (Thomson y Bull, 2002).

En relación al incremento del parque automotor, el congestionamiento vehicular es causado principalmente por los automóviles en comparativa con los buses, ya que llega a producir 11 veces la congestión atribuible a cada pasajero del bus, a raíz de que la capacidad promedio de un auto es de 1.5 pasajeros, mientras que la de un bus es de 50 (Thomson y Bull, 2002). No obstante, las redes viales también se ven continuamente afectadas por un inadecuado diseño o mantenimiento de estas a causa de las deficiencias en las oficinas del estado encargadas de controlar y administrar planes viales, reflejado en el deterioro de la señalización horizontal y fallas en el pavimento como depresiones.

Por otro lado, la falta de educación vial y las malas conductas de los choferes del transporte urbano generan cierto bloqueo en las intersecciones, como la necesidad de imponerse a otros vehículos para ahorrar tiempo, la detención de los buses en los puntos inmediatamente anterior a las intersecciones para dejar y recoger pasajeros, la baja velocidad con la que manejan algunos automóviles en busca de usuarios. Además, la presencia de vehículos en mal estado con bajo funcionamiento y el estacionamiento de

estos en lugares donde no está permitido generan una reducción del flujo vehicular (Thomson y Bull, 2002).

Esta problemática se ha desarrollado progresivamente en la zona de aplicación, donde investigaciones realizadas por Transportes Metropolitanos de Trujillo (2015), confirman pésimos niveles de servicio, influenciados por la elevada concurrencia de los ciudadanos a universidades, colegios, centros comerciales y supermercados aledaños a las vías arteriales de estudio, causando gran congestión de vehículos particulares en horas punta. Por su parte, la Sub Gerencia de Transporte y Tránsito de Trujillo Metropolitano, no evalúa adecuadamente el aforo de cada una de las rutas de las redes de circulación de la ciudad, acompañado de la falta de propuestas de mitigación que apliquen el uso de herramientas simuladoras de tráfico.

Para mantener bajo control esta problemática, surgen distintos enfoques que incluyen el mejoramiento de los hábitos de conducción, la provisión de mejor infraestructura (manejo de la oferta) y medidas de gestión de tránsito (manejo de la demanda), que incluyan un plan sostenible a lo largo del crecimiento poblacional (Thomson y Bull, 2002). En otras palabras, es necesario trabajar el tema en todos sus aspectos (tránsito, emisiones, peatones, etc.), para aplicar las medidas correctivas necesarias en la zona.

De esta manera, nace la necesidad de estudiar los distintos comportamientos del tráfico y buscar los parámetros de control exactos, que, de forma conjunta, permitan que la circulación se desarrolle de forma óptima. Es ahí, donde el uso de softwares simuladores permite al ingeniero de tráfico determinar distintas condiciones de tráfico a las cuales estará sometida la unidad de estudio dentro del modelo, para realizar el planteamiento de propuestas de mejora que sean garantía del control del volumen vehicular con el pasar de los años.

Dependiendo del área de estudio se pueden desarrollar modelos macroscópicos, microscópicos y mesoscópicos. Por lo cual, para la zona del proyecto se decidió utilizar el programa Vissim, siendo uno de los más conocidos mundialmente en planificación con enfoque microscópico, teniendo en cuenta cada una de las interacciones entre cada par de vehículos y peatones; asignando características propias a cada uno de ellos.

Vissim es de origen alemán y nació en la década de los noventa, expandiendo su aplicación por diferentes países europeos, el cual actualmente es utilizado en diferentes países del continente americano, ofreciendo una visión realista y detallada sobre el estatus del flujo vial y sus impactos, con la posibilidad de definir múltiples escenarios hipotéticos para distintas condiciones de circulación (PTV GROUP, 2020).

Gracias a los buenos resultados de la herramienta a nivel nacional e internacional, surge la necesidad de realizar un trabajo de investigación del análisis de una intersección tipo cruz, compuesta por 4 entradas y 4 salidas en la ciudad de Trujillo, Perú. Asimismo, comprobar que gracias a un buen estudio de la capacidad vial y sus falencias (representados en el modelo), se pueden reducir los problemas que aquejan al cruce y a los peatones. Su realización constará de las siguientes etapas: recolección de datos de campo y su procesamiento (el aforo vehicular, el aforo peatonal, fases de los semáforos, geometría del lugar, etc.); codificación de la red mediante el software y su posterior verificación; calibración del modelo; validación de la simulación mediante datos de entrada; completar el modelo y evaluar la circulación en situación real según los parámetros de eficiencia seleccionados (Alcalá, 2016).

Esta investigación ofrece una visión simulada en tiempo real de la problemática y del entorno de la intersección a analizar, que plantea alternativas para ayudar a reducir el congestionamiento. De no ser aplicada, dejaría de representar un aporte para la oficina de Transportes Metropolitanos de Trujillo, en relación a la simulación aplicada en la zona de

estudio o similares, lo cual posteriormente conllevaría a ser modificada según los lineamientos municipales; implicando, un estancamiento en lo que se refiere a la mejora de la economía y movilidad urbana de la ciudad de Trujillo.

1.2. Antecedentes de la investigación

“Análisis comparativo entre metodología determinística del Manual de capacidad vial HCM 2010 y la metodología de la microsimulación para el cálculo de los niveles de servicio y congestión vial en el caso de estudio Óvalos Libertadores y Martin Chambi de la ciudad del Cusco”,

Tairo y Farfán (2019), analizaron y compararon las metodologías determinísticas del manual de capacidad vial HCM 2010 y la metodología de la microsimulación para el cálculo de los niveles de servicio y congestión vial en el caso de estudio de los Óvalos Libertadores y Martin Chambi de la ciudad del Cusco (p. 20). Se realizó un análisis por medio del HCM 2010 para el nivel de servicio y demoras, para tener un medio cuantitativo exacto de las condiciones actuales que se viene dando en los óvalos de estudio, y el segundo análisis, fue un método de seguimiento vehicular, basado en una micro simulación a detalle de la geometría y de la demanda vehicular en los óvalos. Se determinó el nivel de servicio, en este estudio se obtuvo “nivel F” para ambos casos (p. 65). Las características geométricas influyeron en el desarrollo del cálculo, pues el HCM 2010 usa fórmulas para condiciones geometrías ideales, las cuales no son compatibles con los óvalos de estudio, en cambio en el micro simulador, por ser de seguimiento vehicular, se observó el comportamiento de estos respecto a la realidad, por ello nivel de servicio y congestión para el método determinístico resultó más elevado e impreciso que el calculado por el método de micro simulación (p. 78).

Este trabajo, permite obtener de manera sustancial un sustento técnico y estadístico de la precisión de trabajo del programa microsimulador Vissim y la aplicación de propuestas de

paso a desnivel como alternativa de mejora del nivel de servicio. Adicional a ello, aclara el buen funcionamiento de los parámetros Wiedemann en base a un modelo tipo óvalo.

“Propuesta de mejora en los niveles de servicio del óvalo José Quiñones empleando el software Vissim 7.0”,

El estudio de Lopez y Medina (2018), tuvo por objetivo, analizar y diagnosticar la situación actual del óvalo José Quiñones mediante la metodología del HCM 2010 y en el software Vissim 7.0 (p. 5). Se recolectaron datos de la intersección como aforos, distancias entre vehículos, velocidades promedio, etc, para realizar un análisis de la situación actual y determinar el flujo de vehículos, las colas y el tiempo de espera para cruzar esta intersección, con ayuda del software de microsimulación Vissim 7.0, adicional, se propusieron opciones de mejora que permitan tener una correcta canalización de los flujos (pp. 40-73). Los resultados arrojados por la metodología HCM 2010 arrojaron un nivel de congestión F, de igual manera el modelo de microsimulación, pero Avenidas. Guardia Civil, José Gálvez Barrenechea están a punto del colapso por una mala canalización del flujo vehicular y un ineficiente sistema de control de tránsito existente. (pp.100). Se tuvieron dos propuestas de mejora para este proyecto las cuales en conjunto obtienen buenos resultados, en la primera propuesta se reduce el número de carriles con la finalidad de evitar el traslape de rutas y posibles accidentes logrando ordenar los flujos de ingreso de los vehículos a esta vía, una segunda propuesta la cual busca canalizar el flujo que se dirige hacia el Giro en U a través de la implementación de un carril de derivación único para el Giro, pero, a pesar de reducir considerablemente los parámetros de eficiencia considerados para el análisis de resultados no logra mejorar los niveles de servicio, pero si logra canalizar los flujos vehiculares lo cual le da mayor fluidez y movilidad a los vehículos que transitan a través de esta intersección (pp.108).

La investigación busca aportar por un lado la precisión que ofrece este tipo de simuladores con respecto a una metodología que solo usa formulas como el HCM 2020, de esta manera logra validar su confiabilidad. Asimismo, las propuestas planteadas en este tipo de escenario sirven de punto de partida como ejemplo de modificaciones que no mejoran de manera integral una intersección tipo rotonda con características similares a las del óvalo José Quiñones.

“Propuesta de un nuevo diseño geométrico para la intersección Av. Javier Prado Este y Av. Melgarejo-Óvalo Huarochirí”,

Chávez, Mancilla, Mariño y Medina (2019), elaboraron el diseño geométrico viable de una Turbo rotonda para garantizar la seguridad vial en la intersección comprendida entre las avenidas Av. Javier Prado y Av. Melgarejo – Óvalo Huarochirí, bajo los lineamientos establecidos en los manuales peruanos y americanos (p.13). El desarrollo del proyecto consistió en realizar una caracterización de la geometría vial, señalética, aforo vehicular, estudio de velocidades, a fin de determinar el nivel de servicio actual bajo los lineamientos de HCM y de PTV Vissim; a partir de lo cual se elaboró el diseño geométrico de una turbo rotonda propuesta, empleando el software TORUS y normativas naciones e internacionales que avalaron los parámetros considerados (p. 45). A partir de los dos modos del cálculo del nivel de servicio, se obtuvo un nivel de servicio F; y gracias al diseño de la turbo rotonda, se obtuvo un nivel de servicio C mediante la simulación en Vissim (pp. 49-54). La implementación del diseño geométrico propuesto trajo consigo una mejora en la transitabilidad vial, ahorro en los tiempos de desplazamiento de los transportistas y peatones; así como, se logró reducir en un 65% los conflictos vehiculares, puesto que la implementación de separadores en los anillos disminuyó la velocidad de los vehículos entrantes, lo cual obligó al conductor a desarrollar una trayectoria ordenada (p. 58).

Esta investigación aporta conocimiento sobre la importancia de optar por alternativas de solución empleadas en países extranjeros con altos índices de tráfico vehicular y que sea aplicable para cualquier intersección con problemas de congestión similares, realizando un modificación total de la geometría vial, y respetando a su vez, la normativa peruana; lo que contribuye a la reducción de conflictos vehiculares, mejora en los niveles de servicio y en la seguridad vial para todo tipo de usuario de la vía.

“Replanteo físico y operacional de la rotonda monitor ubicada en el distrito de Santiago de Surco para mejorar su eficiencia y seguridad vial”,

La investigación de Pérez y Yauyo (2020), mejoró la eficiencia y la seguridad vial mediante un replanteo físico y operacional por medio de una turbo rotonda aplicado a la rotonda Monitor Huáscar, ubicado en el distrito de Surco, Lima (p.21). Se realizó un levantamiento topográfico, conteo del flujo vehicular, elaboración del flujograma de la hora pico, diseño de una turbo rotonda según el estudio de la demanda del tráfico, y microsimulación de los modelos de la rotonda existente y la turbo rotonda planteada, para analizar y comparar los indicadores de operación (p. 47). Con la simulación se identificó en la rotonda actual una demora de 109.02 seg, lo que conllevó a un nivel de servicio F; mientras que la disminución y aumento del número de carriles propuestos para la turbo rotonda, disminuyeron la demora a 20.53 seg, equivalente a un nivel de servicio C (p.86). Se redujeron los tiempos de viaje promedio de 156.04 segundos a 72.78 seg y las distancias recorridas promedio de 317.42 m a 278.63 m para los vehículos analizados; y se mejoró el nivel de servicio, pasando de un nivel F a un nivel C con la aplicación de la turbo rotonda, por lo que se evidenció la mejora de la seguridad y eficiencia de la glorieta (p.87).

La presente investigación aporta una idea general sobre la eficiencia de una turbo rotonda en la disminución del congestionamiento vehicular en las vías de acceso a la intersección, mejorando notoriamente la seguridad vial de los conductores y peatones; y disminuyendo

los accidentes de tránsito a causa de los numerosos conflictos vehiculares presentes en las rotondas, por la falta de la señalización adecuada y una cultura de tránsito pobre. Si bien esto permite formular algunas hipótesis preliminares, es necesario realizar una caracterización de la geometría vial de la intersección que se desea evaluar para conocer la viabilidad de esta propuesta.

“Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software Vissim 9.0”,

Huanca y Rojas (2019), propusieron un diseño geométrico que mejore los niveles de servicio actuales y evalúe los problemas de congestión vehicular en el óvalo La Curva, del distrito de Chorrillos (p.2). La construcción del modelo consistió en 4 fases, la primera, trata del análisis previo, que abarca desde la recolección de datos hasta el procesamiento en gabinete, la segunda fase consiste en el modelamiento inicial, que busca trasladar el diseño geométrico actual al Vissim para proceder con la microsimulación y la tercera fase analiza el diseño propuesto en base a los parámetros de eficiencia vehicular, como son el tiempo de viaje (demoras), la longitud de cola y el nivel de servicio (p. 26). Los parámetros de eficiencia obtenidos a partir de la propuesta 2 muestran un cambio significativo en comparación de la situación actual optimizada. Los parámetros de distancia promedio (a_x) = 1, distancia de seguridad deseada (b_{xdd}) = 2 y (b_{xmult}) = 1.25, obteniendo un nivel de servicio F en promedio, para lo cual se consideró como medida de mitigación la aplicación de dos propuestas (2 mini óvalos y paso a desnivel) (pp. 52-54). El diseño propuesto final, que implica un cambio a desnivel, redujo las demoras en un 34% en promedio de toda la intersección. Asimismo, en el acceso 2 la longitud de cola pasó de 30m a 0m aproximadamente; además, los niveles de servicio cambiaron desde un nivel F hasta un nivel C en los accesos 6 y 8 (p. 62).

Esta investigación permite tener la noción básica de los parámetros Wiedemann a considerar según el comportamiento del conductor en el entorno local de un óvalo y su configuración. Asimismo, nos presenta 2 posibles rutas de solución ante un problema de congestión en este tipo de rotondas, solucionado por un paso a desnivel que trabaja de manera integral con una semaforización si fuera el caso.

“Diseño comparativo como alternativa entre turbo rotonda convencional, mediante la microsimulación de tránsito”,

Valenzuela (2017), tuvo como objetivo comparar la funcionalidad de la turbo rotonda y la rotonda convencional en términos de nivel de servicio según el “Manual de capacidad de carreteras” (Transportation Research Board, 2010), mediante la modelación de microsimulación de tránsito aplicado al óvalo la Fontana, ubicado en un distrito de Lima. La investigación contempló la realización de trabajos preliminares (recolección de información), trabajo de campo (levantamiento topográfico y conteo vehicular), procesamiento de datos de campo (tabulación de resultados), diseño geométrico (existente y turbo rotonda propuesta), microsimulación de tránsito y análisis de comportamiento (p. 60). Para la obtención de las demoras promedio por vehículo en términos de nivel de servicio, mediante el programa de microsimulación Aimsun, se realizaron varias corridas de calibración para tener un acercamiento más preciso a la realidad, debido al diferente comportamiento del flujo vehicular en la red; la información de la modelación obtenida fue analizada estadísticamente, para lograr una confiabilidad de 95%, se realizaron 15 corridas, a partir de allí se tomaron los valores medios de demora por vehículo para estimar los niveles de servicio; para la longitud de cola se realizaron 5 corridas para una estimación más exacta (p. 75). Basándose en los resultados de este estudio, la turbo rotonda presenta mejores características funcionales, tales como un mejor ordenamiento y canalización del

flujo vehicular, ya que, indicadores funcionales en hora punta, en algunos periodos fueron ligeramente menos drásticos en sus resultados de lo esperado (p. 89).

Esta investigación es el acercamiento más real a la modificación de funcionalidad de rotonda por completa obteniendo resultados favorables, pero no en todos los periodos, por ello es importante rescatar la importancia de no generalizar este tipo de propuesta para otros casos similares. Por otro lado, permite entender que en las rotondas convencionales o circulares mediante la representación de nodos que corresponden a cruces o intersecciones; pero para las turbos rotondas no se aplica debido a los giros independientes de la misma.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Congestionamiento vehicular

Es la circunstancia o periodo de tiempo en la que una mayor demanda vehicular a la proyectada, transita por las vías urbanas, generando una disminución de la velocidad de los vehículos e incrementando su tiempo de circulación y desplazamiento (Bull, 2003).

A. Causas

Nguyen, Pham y Phan (2019) sostienen que las principales razones del congestionamiento son:

La falta de cultura vial por parte de los usuarios, lo que conlleva a romper las leyes de tránsito y seguridad.

El déficit en la infraestructura de transporte, debido a una mala planeación y diseño, así como a la demanda creciente de automóviles por año.

La predominancia de vehículos particulares en el transporte público, reduciendo el uso y circulación de autobuses, los cuales transportan una mayor cantidad de pasajeros.

La invasión del comercio ambulatorio en las vías públicas.

Bull (2003), menciona también la falta de mantenimiento a las señales de tránsito; así como, el estacionamiento de vehículos en lugares no autorizados.

B. Consecuencias

Para Bull (2003), esta problemática desencadena en desplazamientos más lentos de los vehículos, actitudes negativas de los conductores, mayor contaminación ambiental y acústica, aumento del consumo de combustible, costos elevados de pasajes, y accidentes.

Cal y Mayor y Cárdenas (2007) indican que un sistema vial saturado produce principalmente: demoras y grandes longitudes de cola.

a. Demoras

Ocasionadas por la inadecuada planeación en el funcionamiento de las señales de tránsito empleadas para regular el flujo vehicular en intersecciones, como: semáforos y señales de ALTO y CEDA EL PASO. Así como, los “cuellos de botella” en periodos de máxima demanda e incidentes.

b. Longitudes de cola

Las colas son llamadas también líneas de espera, las cuales se presentan en horas de máxima demanda vehicular, lo que sobrepasa la capacidad vial (Gibson, 2001). Así mismo, su nivel de afectación depende de los tiempos de entrada y salida de vehículos, la infraestructura vial, los ciclos semafóricos, el aforo vehicular y la población en general (García, 2016).

1.3.2. Intersección tipo óvalo

Entendemos como rotonda o glorieta un tipo especial de nudo o intersección, que surge como una solución al tráfico que se caracteriza por hacer coincidir todos los ramales comunicados a través de una calzada anular en la que se establece una

circulación giratoria alrededor de una isla central hasta desembocar en su ramal de salida. Es así, que el recorrido de los vehículos no se cruza con trazadas secantes, sino que convergen y divergen tangencialmente, optimizando la seguridad al disminuir los nudos de conflicto sin la implementación de semáforos (Darder, 2005).

1.3.2.1. Elementos Geométricos

Transportation Research Board (2010) en el NCHRP Report 672 describe las características elementales que se perciben en una rotonda urbana (ver Figura 1), los cuales son vitales para el flujo de una entrada en el óvalo y para cualquier ramal de salida del mismo, permitiendo de esta manera realizar movimientos adicionales como giros en u lo cual está prohibido en una intersección cruzada. Sin embargo, estas partes no son no individuales uno del otro, siendo necesaria la interacción entre ellos, partiendo desde la concepción del diámetro inicial y la ubicación de la rotonda.

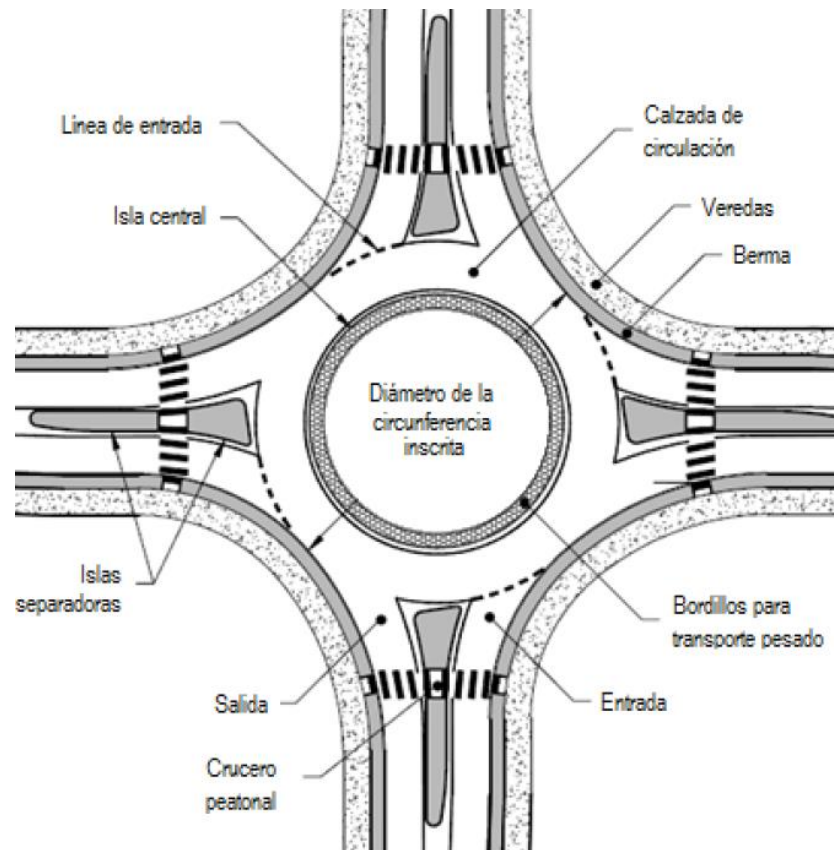


Figura 1. Elementos geométricos de un óvalo

Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

Isleta central: La isleta central es la zona elevada en el centro de un óvalo rodeado por la calzada circulatoria en la cual circula el tránsito en dirección antihoraria. A pesar de ello, no necesariamente tiene que ser de forma circular ya que las formas ovaladas, pueden promover velocidades más altas en las secciones de arco más plana y velocidades reducidas en las secciones de arco más estrechas, dependiendo de la regularidad y cantidad de los ramales.

Islas separadoras: Su propósito es proporcionar refugio para peatones, ayudar a controlar la velocidad, guiar el tráfico hacia los ramales, separando las corrientes de entrada, salida y sus respectivos movimientos. Además, las islas divisorias se pueden utilizar como lugar de montaje de señalética.

Calzada circulatoria: La calzada o calzadas circulatoria es la trayectoria curva utilizado por los vehículos para viajar en sentido contrario al reloj alrededor de la isleta central, el cual debe ser al menos tan ancho como el de entrada de los ramales o hasta 120% del mismo.

Ancho de entrada: Se mide desde el punto donde la línea de entrada se cruza con el borde izquierdo del camino recorrido hasta el borde derecho del camino recorrido, a lo largo de una línea perpendicular a la línea de acera derecha. entrada: Su dimensión varía, para 2 carriles va desde 7.3 m a 9.1 m mientras que para 3 carriles el rango va desde 11 m a 13 m, cuyos anchos típicos varían desde 3.7 m a 4.6 m de cada uno.

Cruces accesibles a los peatones: En los óvalos diseñados con sendas peatonales, típicamente ellas se ubican retiradas hacia atrás de la línea de entrada a la altura de la isla separadora que suele cortarse para permitir que los peatones circulen a través de la misma.

1.3.2.2. Interacción en el óvalo

A. Tipos de conflictos

Los conflictos se originan a la entrada de un óvalo, por el cruce de las rutas de los vehículos que buscan la salida deseada y otros que están en plena circulación (Huanca, 2019) (ver Figura 2).

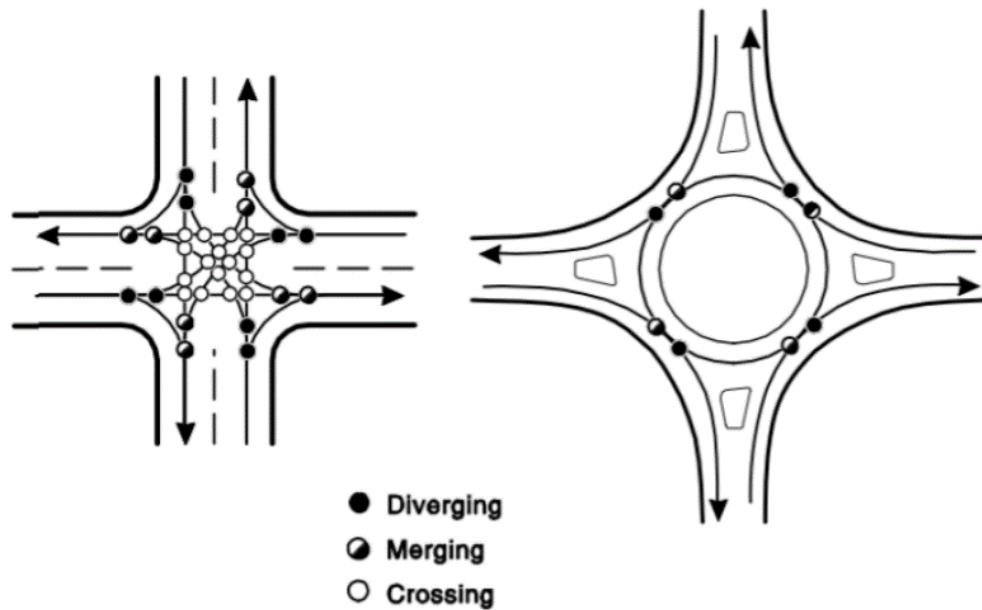


Figura 2. Comparación de conflictos entre un óvalo convencional e intersección tipo cruz
 Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

a. Curvas de entrada

Según el NCHRP Report 672 de TRB (2010), en las entradas los vehículos tienden a sobreponerse unos de otros, dado que la geometría conduce a los vehículos desde el carril derecho hacia el izquierdo; mientras que, en las salidas, sucede todo lo contrario (ver Figura 3). Sin embargo, el manual recomienda que un correcto alineamiento del radio en función a las trayectorias del óvalo asegura un óptimo funcionamiento (ver Figura 4).

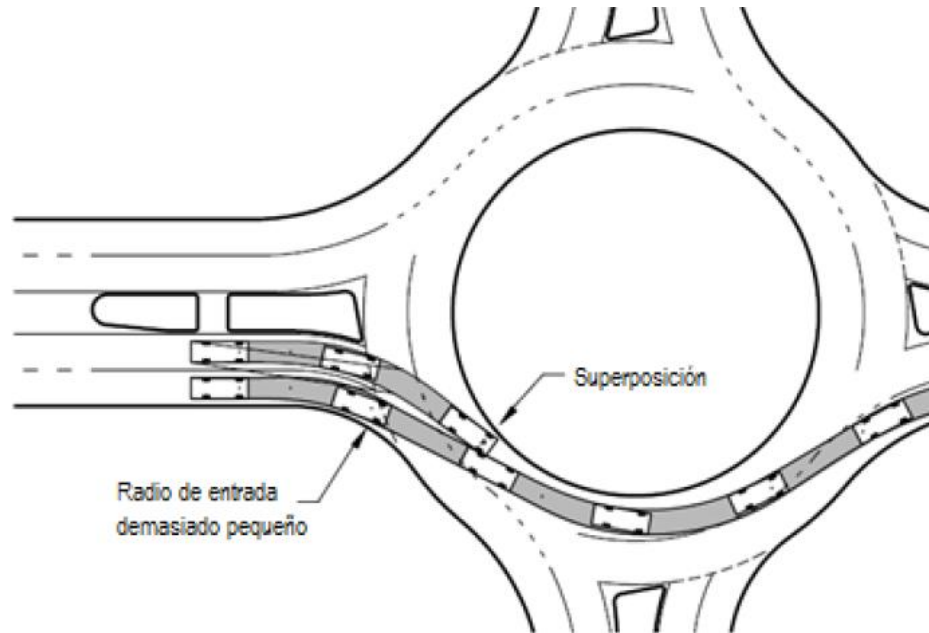


Figura 3. Efecto de superposición en las entradas

Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

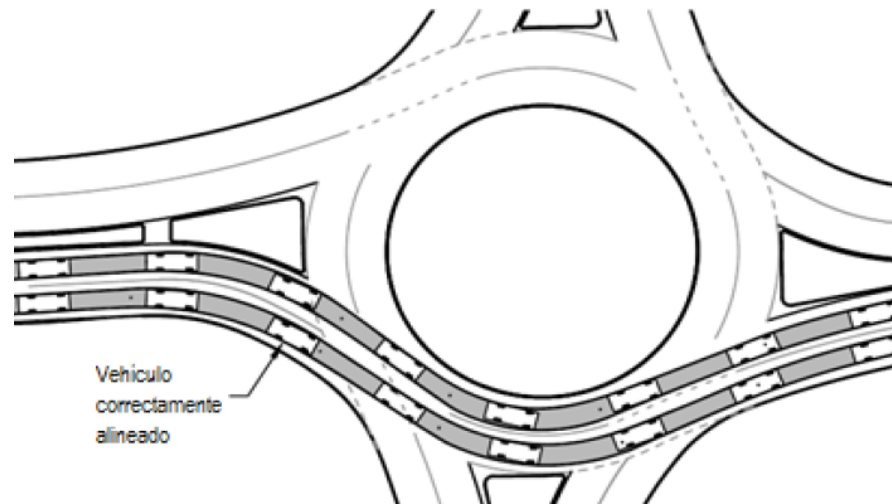


Figura 4. Corrección del alineamiento de los vehículos en entrada

Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

b. Curvas de salida

TRB (2010) en el NCHRP Report 672, señala que los radios de las curvas de salida deben ser mayores a los de entrada, ya que surge problemas recurrentes al tener grandes separaciones entre ramales consecutivos (entrada y salida), esto hace que los vehículos que ingresan a la circulación se acoplen a los que anteriormente ya estaban circulando y que pretenden ir por la próxima salida,

generando un punto conflictivo entre ambos (ver Figura 5). Es así, que como solución se busca el realineamiento de los ramales, de manera que los vehículos que ingresan al óvalo no se unan a aquellos que ya vienen circulando por este, sino que se crucen entre sí, de forma no tangencial (ver Figura 6).

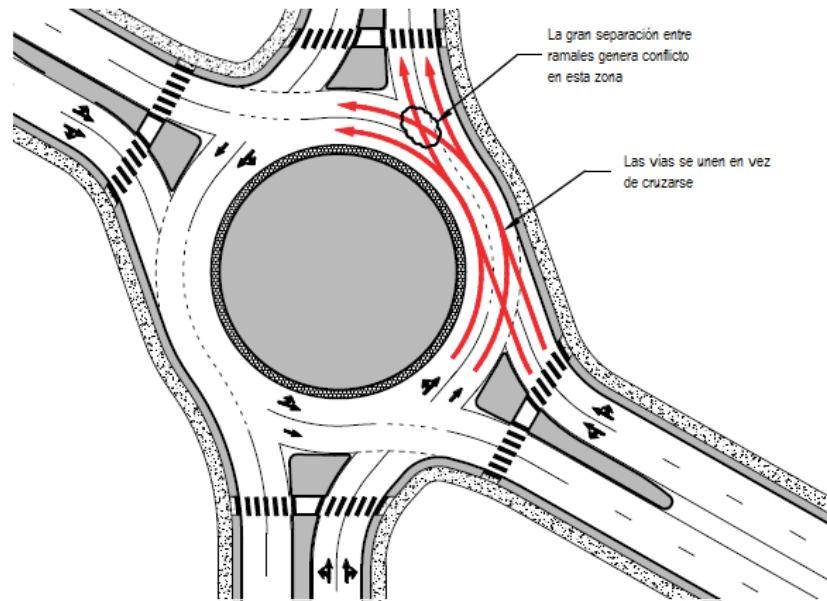


Figura 5. Efecto de superposición en las salidas

Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

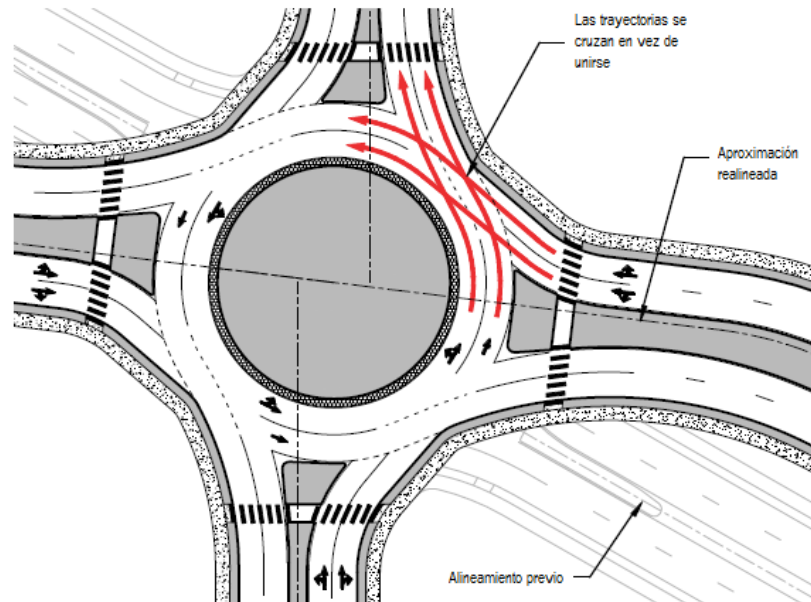


Figura 6. Efecto de cruce no tangencial en las salidas

Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

1.3.2.3. Clasificación de óvalos

Los tipos de óvalos se ajustan a las diversas condiciones geométricas del lugar de estudio, cuyo diseño implica la consideración de diferentes parámetros. La Tabla 1, resume los elementos básicos y fundamentales del diseño y operación por cada categoría de óvalos mencionados por TRB (2010) en el NCHRP Report 672.

Tabla 1
Tipos de óvalos según elementos de diseño

Elementos de Diseño	Mini Óvalos	Óvalos de un solo carril	Óvalos Multicarril
Velocidad máxima deseable de entrada	25 a 30 km/h	30 a 40 km/h	40 a 50 km/h
Número máximo de entradas en los carriles	1	1	2 a mas
Diámetro del círculo inscrito Típico	13 a 27 m	27 a 55 m	46 a 91 m
Isleta central de tratamiento	Totalmente transitable	Elevado (puede tener delantal atravesable)	-
Típicos volúmenes de servicio diario en el óvalo de 4 ramales por debajo de los cuales se puede esperar que opere sin necesidad de un análisis detallado de capacidad (veh/día)	Hasta aproximadamente 15.000	Hasta aproximadamente 25.000	Hasta aproximadamente 45.000 para óvalos de dos carriles

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: TRB. (2010). NCHRP Report 672: Roundabouts: An Informational Guide.

1.3.2.4. Turbo rotondas

Una turbo rotonda es un tipo particular de rotonda de carriles múltiples en forma de espiral que se caracteriza por contar con carriles limitados con separadores físicos (sardineles), en la cual es necesario que antes de ingresar a la rotonda, los vehículos se dirijan al carril correcto para la dirección de salida deseada (Chávez

et al., 2019). Las siguientes intersecciones se caracterizan geoméricamente por los siguientes motivos:

- Se debe elegir el carril correcto antes de ingresar a la turbo rotonda.
- El tráfico que ingresa debe dar paso al tráfico en circulación, que está limitado a un máximo de dos carriles.
- La Turbo rotonda solo se puede dejar a través del carril elegido anteriormente.
- Los retrasos son menores que en una intersección señalizada.

A. Especificaciones técnicas de diseño geométrico

Cabe resaltar que existen diferentes diseños de turbo rotondas según el número de carriles y la capacidad que se requiera trabajar en la intersección. Para Fortuijn (2009) el factor más importante para la elección del diseño adecuado es el flujo de máxima demanda vehicular (ver Figura 7).

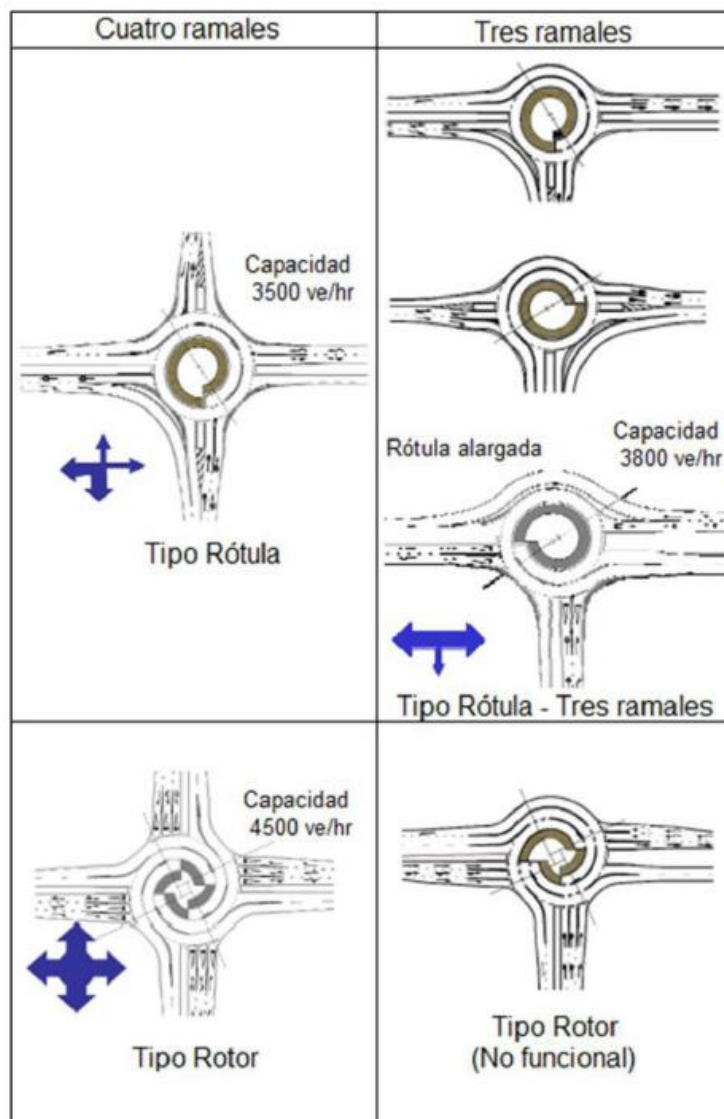


Figura 7. Tipos de turbo rotonda según su capacidad

Fuente: Fortuijn, L. (2009). Turbo roundabouts: Design principles and safety performance.

Según el manual práctico “Roundabouts - Application and Design” realizado por el Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads (2009), todos los principios necesarios para el diseño de cualquier turbo rotonda, parten de la creación del bloque-turbo, que ilustra el trazado de carriles en espiral anidados, y a la forma de la isla central correspondiente (ver Figura 8).

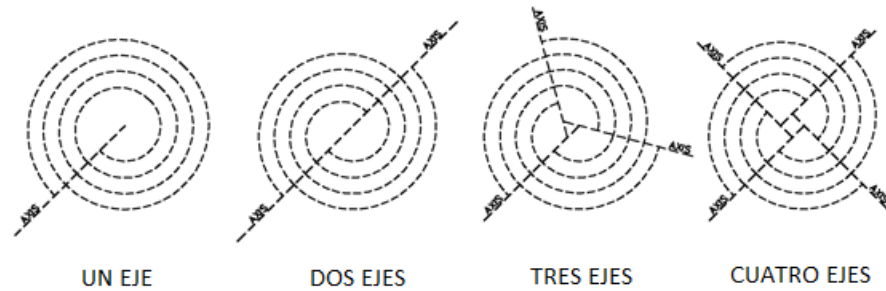


Figura 8. Detalle bloque-turbo de uno a cuatro ejes

Fuente: Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads. (2009). Roundabouts - Application and Design.

Las turbos rotondas, se componen de espirales agrupados en segmentos de arcos circulares, donde cada uno, tiene un radio mayor que el anterior. Encontrándose en una línea llamada eje de traslación.

Los arcos, por el lado del eje de traslación, tienen un centro que está sobre el centro de la rotonda, y los arcos del otro lado del eje de traslación tienen un centro que está por debajo del centro de la rotonda. La distancia entre los centros de los segmentos de arco, se denomina desplazamiento; ubicada a lo largo del eje de traslación (ver Figura 9). También, se puede ver que las líneas del carril exterior se desplazan 5.05 m en su transición desde el divisor de carril hacia el exterior de la rotonda.

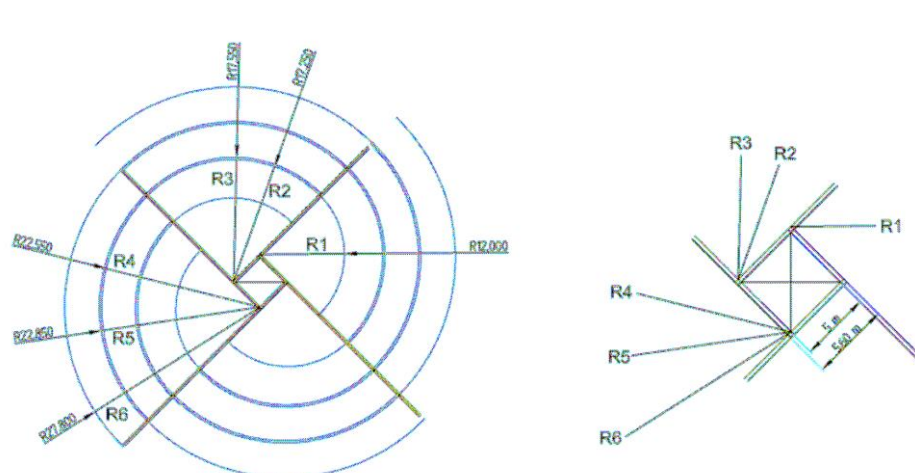


Figura 9. Bloque de una turbo rotonda tipo rotor

Fuente: Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads. (2009). Roundabouts - Application and Design.

En la Figura 10, se presenta un ejemplo de una sección transversal para una turbo rotonda de tres carriles circulantes, donde cada ancho de carril debe ser determinado analizando la trayectoria recorrida del vehículo de diseño.

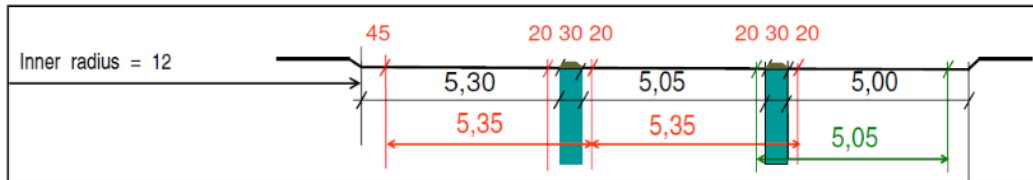


Figura 10. Distancias y anchos entre líneas de borde de una turbo rotonda
Fuente: Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads. (2009). Roundabouts - Application and Design.

La turbo rotonda tipo rotor, consiste en cuatro espirales anidadas, donde el bloque de la turbo rotor tiene cuatro ejes de traslación y además, se considera 3 carriles de entrada y 2 de salida (ver Figura 11).



Figura 11. Ejemplo de turbo rotonda tipo rotor
Fuente: Wankogere, E. (2014). Virtual analysis and evaluation of roundabout safety and operational features.

B. Especificaciones técnicas de señalética

a. Divisor de carril

En Países Bajos, este divisor de carril de resina está elevado, pero se puede montar, el cual está diseñado con poco perfil vertical y una pendiente bastante plana para proporcionar tolerancia a los vehículos errantes (ver Figura 12). A menudo, el divisor de carril elevado se introduce con una característica de demarcación que se puede atravesar para permitir el seguimiento de vehículos grandes.



Figura 12. Divisor de carril elevado en una rotonda turbo en Países Bajos
Fuente: Federal Highway Administration. (2019). Turbo Roundabouts: Informational Primer.

b. Señalización vial

En turbo rotondas que conducen un círculo completo, corregir una mala elección de la dirección no es posible (a diferencia de rotondas convencionales). Por eso, las flechas se usan solo en los carriles de entrada

(ver Figura 13), ya que, dentro de la propia rotonda, no proporcionan al usuario de la vía información adicional útil.

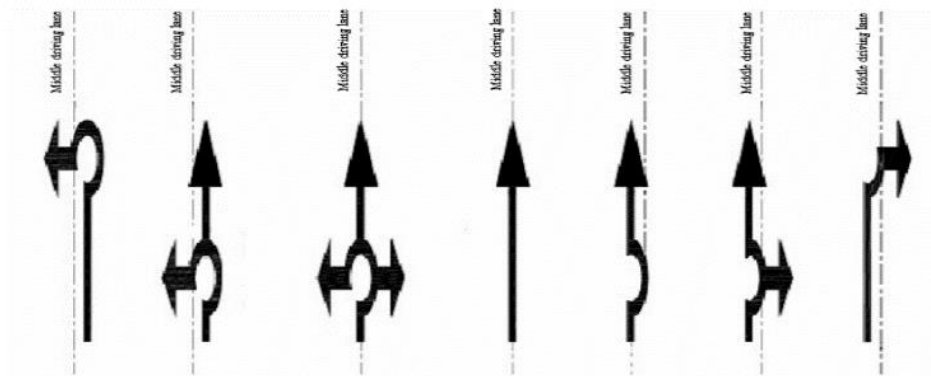


Figura 13. Flechas utilizadas en los carriles de entrada, delante de la rotonda
Fuente: Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads.
(2009). Roundabouts - Application and Design.

c. Señales de tráfico

La rotonda turbo también exige una configuración específica de señales de tráfico. En la isla central no debe haber elementos rígidos, debido a la seguridad pasiva, solo se necesita la señal de tráfico de la rotonda para bloquear acercándose a la vista de los conductores a través de la rotonda, después de salir de la rotonda turbo, los conductores necesitan tiempo para recuperarse y prestar una atención renovada. Por lo tanto, debe haber una distancia de al menos 200 m entre la salida de una rotonda turbo y la primera señalización de una próxima intersección.

d. Alumbrado público

La visibilidad de la intersección se asegura con la alineación de los carriles, específicamente para rotondas turbo, el alumbrado público debe ser utilizado para mejorar la visibilidad de la isla central y los divisores de carril (ver Figura 14), aunque también se puede utilizar para prestar especial atención a los puntos de conflicto o elementos específicos.



Figura 14. Ejemplo de iluminación LED para mejorar la visibilidad de los divisores de carril
Fuente: Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads.
(2009). Roundabouts - Application and Design.

1.3.3. Estudio de Tráfico

Es un trabajo que se hace con el propósito de obtener datos reales relacionados al volumen de los vehículos que circulan sobre puntos específicos dentro de una red vial de carreteras o calles. Es ahí donde se genera el estudio cuantitativo y cualitativo del tráfico, por medio de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios y el comportamiento del mismo (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007).

1.3.3.1. Volumen vehicular

A. Volúmenes

El volumen es la medida básica de la Ingeniería de tránsito y se define como “el número de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo” (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007), como se presenta en la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Volumen vehicular en un determinado tiempo

$$Q = N * T$$

Donde:

Q= Volumen.

N= Número de vehículos o personas.

T= Unidad de tiempo.

B. Tasa de flujos

La tasa de flujo es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007).

C. Volúmenes absolutos o totales

Según Cal y Mayor y Cárdenas (2007), dependiendo de la duración del periodo de tiempo, se tiene la siguiente clasificación de los volúmenes absolutos:

Tránsito Anual: Expresado con las abreviaturas “TA”, es el número total de vehículos que transitan por el periodo de un año en una sección transversal de una vía.

Tránsito Semanal: Expresado con las abreviaturas “TS”, es el número total de vehículos que transitan por el periodo de una semana en una sección transversal de una vía.

Tránsito Diario: Expresado con las abreviaturas “TD”, es el número total de vehículos que transitan por el periodo de un día en una sección transversal de una vía.

Tránsito Horario: Expresado con las abreviaturas “TH”, es el número total de vehículos que transitan por el periodo de una hora en una sección transversal de una vía.

Tránsito inferior a una hora: Expresado con la abreviatura “Qi”, el número total de vehículos que pasan en un tiempo inferior a una hora $T < 1$ hora; por lo general, representa el período en minutos.

D. Volúmenes de tránsito promedio diario

Cal y Mayor y Cárdenas (2007), precisan que es la cantidad de vehículos que transitan por un periodo determinado de días totales dividido entre el número de días del periodo. Este período debe estar establecido como días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período determinado, así se tiene:

Tránsito Promedio Diario Anual: Expresado por sus abreviaturas “TPDA”, se refiere al valor promedio de los volúmenes de tránsito que transitan durante 24 horas en un año.

Ecuación 2. Transito promedio diario anual

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Tránsito Promedio Diario Semanal: Expresado por sus abreviaturas “TPDS”, hace referencia al promedio del tránsito diario obtenido del tránsito semanal.

Ecuación 3. Transito promedio diario semanal

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

E. Volúmenes de tránsito horario

Cal y Mayor y Cárdenas (2007), sostienen que, en base en la hora seleccionada, se definen los siguientes Volúmenes de Tránsito Horarios (VH), estos son dados en vehículos por hora.

Volumen Horario Máximo Anual: Expresado por sus abreviaturas “VHMA”, se traduce en el máximo volumen horario que ocurre en cierto punto o sección de una calzada durante el periodo de un año determinado.

Volumen Horario de Máxima Demanda: Expresado por sus abreviaturas “VHMD”, es la máxima cantidad de vehículos que circulan por un punto o sección de un carril o calzada durante 60 minutos consecutivos.

Volumen Horario de Proyecto: Expresado por sus abreviaturas “VHP”, representa el volumen de tránsito horario utilizado para determinar las características geométricas de la vía.

F. Conteo vehicular

a. Clasificación de conteos

Vargas, Rincón y González (2012), nos datan la siguiente clasificación de conteos:

Conteos direccionales: Se basa en registrar y clasificar los volúmenes de acuerdo con el sentido y dirección del flujo vehicular.

Conteos de clasificación: Se basa en registrar y clasificar los volúmenes de acuerdo con el tipo de vehículo, número de ejes, peso y dimensiones.

Conteo en intersección: Se basa en registrar los volúmenes de acuerdo con el tipo de movimiento ya sea directo, giro a la derecha y giro a la izquierda, así como también el tipo de vehículo al cual pertenece.

Conteo en cordones: Se basa en registrar los volúmenes en el perímetro de determinada zona.

Conteo en barrera o pantalla: Se basa en registrar los volúmenes en cruces de vías con cruces naturales o realizadas por la mano del hombre.

Conteo de ocupación vehicular: Se clasifica como registro de campo debido a que es empleado con el fin de conocer la cantidad de pasajeros que viajan en los distintos tipos de vehículos.

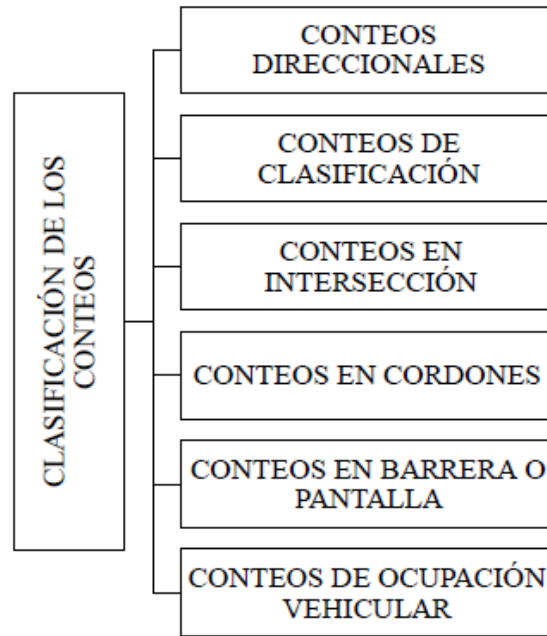


Figura 15. Clasificación de los conteos
Fuente: Vargas et al. (2012). Ingeniería de Tránsito.

b. Métodos de conteo

Cal y Mayor y Cárdenas (2007), presentan dos tipos de métodos de conteo, siendo los siguientes:

Conteo Manual: Se posiciona un personal en una sección de la vía para realizar el conteo de todos los vehículos que circulen identificando el tipo de vehículo y tipo de movimiento, siendo efectivo y caro.

Conteo Mecánico: Se utiliza para obtener conteos de difícil acceso o para un lapso de tiempo prolongado, que son utilizados especialmente para aforar un tránsito continuo con fines de estudios de tendencia.

Existiendo distintos dispositivos mecánicos:

- Detectores neumáticos
- Detectores magnéticos
- Detectores de espiral de inducción
- Detectores de Radar
- Contadores mecánicos portátiles
- Equipo fotográfico
- Contadores electrónicos

G. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Para el control de las intersecciones en horas pico es necesario aplicar el indicador de volumen horario de máxima demanda que permite cuantificar las características del flujo de una vía, intersección o calle del tránsito en periodos máximos medidos en 5 min o 15 min (Cal y Mayor y Cárdenas, 2007). TRB (2010) en el HCM 2010 Highway Capacity Manual, emplea el factor de hora pico (PHF) para convertir un volumen por hora en una tasa de flujo máxima de 15 minutos, de la siguiente forma:

Ecuación 4. Factor de hora pico

$$PHF = \frac{V}{4 \times V_{15}}$$

Donde:

PHF = Factor de hora pico.

V = VHMD = Volumen horario de máxima demanda (veh/h)

V₁₅ = Volumen durante el pico de 15 minutos de la hora de análisis (veh/15 minutos).

1.3.3.2. Flujo vehicular

El flujo vehicular permite conocer el comportamiento del tránsito, nos brinda información de la manera en que se desplazan los vehículos sobre las vías y obtener datos de la eficiencia de dicha operación. Este análisis del flujo vehicular permite el desarrollo de modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento, siendo la base del desarrollo del concepto de capacidad y niveles de servicio aplicado a diferentes tipos de elementos viales (Cal y Mayor y Cáceres, 2007).

1.3.3.3. Capacidad vial

Según lo mencionado por TRB (2010), la capacidad vehicular es la máxima cantidad de vehículos que pasa por unidad de tiempo por una o más secciones de una infraestructura vial considerando las condiciones de tránsito existentes y características del elemento. Cada elemento de infraestructura vial tiene un valor máximo que depende del tipo de elemento que sea unidireccional o bidireccional, velocidad de diseño, ancho de calzada, características geométricas.

Es por ello, que un estudio de capacidad de un sistema vial es al mismo tiempo un estudio cuantitativo y cualitativo, con esto nos permite evaluar la suficiencia (cuantitativo) y la calidad (cualitativo) del servicio ofrecido por el sistema vial (oferta) a los usuarios (demanda) (Cal y Mayor y Cáceres, 2007).

A. Condiciones prevalecientes

De acuerdo a Cal y Mayor y Cáceres (2007), el cálculo probabilístico de la capacidad se define dada las condiciones prevalecientes, que son factores que al variar la modifican, agrupándose en estos tipos generales:

a. Condiciones de la Infraestructura Vial

Son las características físicas de la carretera o calle, el desarrollo de su entorno, las características geométricas (ancho de carriles y acotamientos, obstrucciones laterales), y el tipo de terreno donde se desarrolla la infraestructura vial.

b. Condiciones de Tránsito

Hace referencia a la distribución del tránsito en el tiempo y espacio, y su composición en tipos de vehículos (livianos y pesados), en la distribución direccional y por carril en autopistas.

c. Condiciones de Control

Se refiere a los dispositivos para el control del tránsito, tales como son semáforos, señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, solo vueltas a la izquierda, etc.) y velocidades límites.

B. Niveles de servicio

Los niveles de servicio son indicadores de las diferentes condiciones de operación que se presentan en la vía, estas medidas cualitativas describen las condiciones de operación de un flujo vehicular, dependiendo de la calidad de los factores que afectan el tránsito en la vía, tales como la interrupción de tránsito o restricciones,

velocidad y tiempo de recorrido, libertad para maniobrar, mantenimiento de velocidad de operación, seguridad entre otros (Cal y Mayor y Cáceres, 2007).

TRB (2010) define seis Niveles de Servicio en el manual HCM 2010, que van desde el A hasta el F, para cada medida de servicio, o para el resultado de un modelo matemático basado en múltiples medidas de servicio (ver Figura 16). Donde para determinar cada uno de ellos, se deben tomar en cuenta factores como la libertad de maniobra del conductor y la proximidad de otros vehículos, estas características se relacionan con la densidad de tráfico, por ello se utiliza la demora promedio para determinar los niveles de servicio (ver Tabla 2).

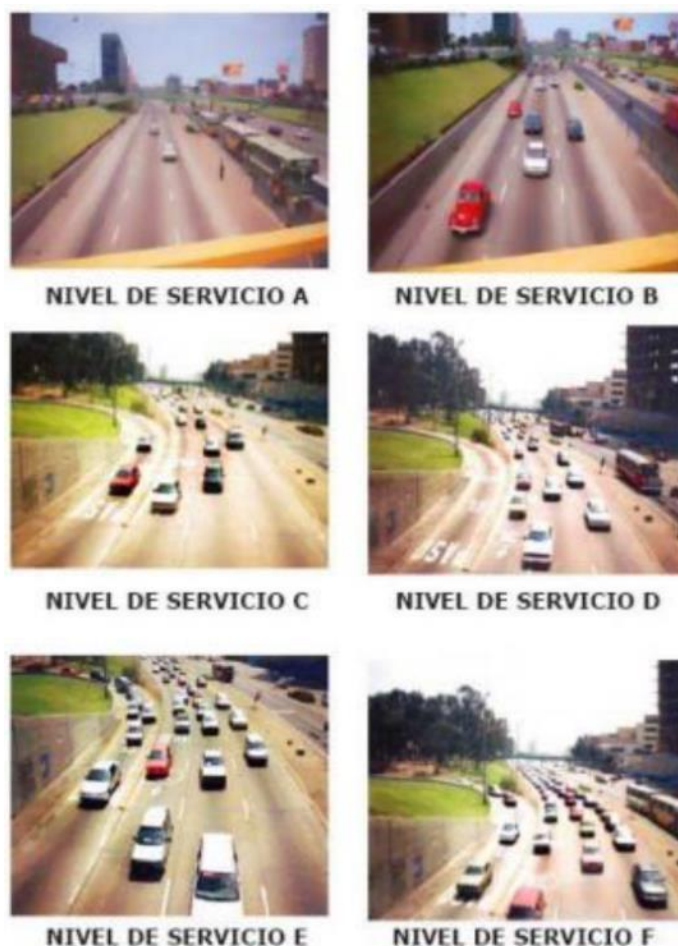


Figura 16. Representación gráfica de los niveles de servicio
Fuente: VCHI S.A. (2005) Manual de diseño geométrico de vías urbanas.

A continuación, se muestra la descripción de los niveles de servicio según el TRB (2010):

Nivel de Servicio A: Este nivel de servicio ocurre cuando la progresión es extremadamente favorable y muchos vehículos arriban durante la fase verde, poca cantidad de vehículos paran. La duración de ciclos cortos puede también contribuir a bajas demoras.

Nivel de Servicio B: Este nivel generalmente ocurre cuando hay una buena progresión, duraciones de ciclos cortos o ambos. Más vehículos paran que en nivel de servicio A causando mayores niveles de promedio de demora.

Nivel de Servicio C: Estas mayores demoras pueden resultar por una progresión fallida, duraciones de ciclo largas o ambas. Fallas individuales en el ciclo pueden aparecer en este nivel. El número de vehículos que puede parar es significativo en este nivel varios pasan a través de la intersección sin parar.

Nivel de Servicio D: En el nivel D la influencia de la congestión comienza a ser más notable, demoras largas pueden resultar de una combinación de progresión desfavorable, duración de ciclo largo o altas relaciones v/c. Muchos vehículos paran y la proporción de vehículos que no pasan disminuye. Fallas individuales de ciclo son notables.

Nivel de Servicio E: Este nivel es considerado por muchas agencias como el límite de demora aceptable, estos altos valores de demora generalmente indican mala progresión, duración de ciclos largos y altas relaciones v/c. Fallos del ciclo son frecuentes de ocurrencia.

Tabla 2
Detalle de Niveles de Servicio en rotondas

Demora de control (s/veh)	Nivel de Servicio según relación volumen-capacidad	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0-10	A	F
> 10 -15	B	F
> 15 -25	C	F
> 25 -35	D	F
> 35 – 50	E	F
> 50	F	F

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: TRB. (2010). HCM 2010, Highway Capacity Manual.

NDS	Velocidad	Libertad de maniobra	Interrupciones del tráfico	Confort y convivencia.
A	Flujo libre	Completa	No generan problemas	Alto
B	Flujo razonablemente libre	Ligeramente restringida	Se absorven fácilmente	Bueno
C	Cercana a la de flujo libre	Notablemente restringida	Incidentes importantes generan colas	Regular
D	Decreciente con el flujo	Limitada	Densidad creciente	Regular bajo
E	Baja	Casi nula	Incidentes menores generan colas	Operaciones volátiles
F	Muy baja	Nula	Se generan colas sin obstáculos	Condiciones de colapso

Figura 17. Condiciones de operación para cada nivel de servicio

Fuente: Ríos, E. (2018). Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracworks y Synchro 8.

1.3.4. Simulación

Se trata de una prueba de un modelo artificial ejecutado en una computadora a partir de un sistema real, el cual surge de la necesidad de evaluar un nuevo sistema antes de su aplicación o construcción, así como probar su funcionalidad y éxito al estar sometido a diferentes condiciones (Gerlough y Huber, 1975).

1.3.4.1. Simulación de tráfico

Es utilizada para planificar, describir y simular los flujos de tránsito a largo plazo; además, predecir los comportamientos en distintas situaciones a corto plazo, con base en datos reales (Kessels, Hoogendoorn, Vuik, y Van Lint, 2015). En la Figura 18 se muestra un árbol genealógico de los avances de modelos simuladores de tráfico a lo largo del tiempo, donde cuatro de ellos se han generado de un modelo en común, el diagrama fundamental de Greenshields (Greenshields, Thompson, Dickinson y Swinton, 1934).

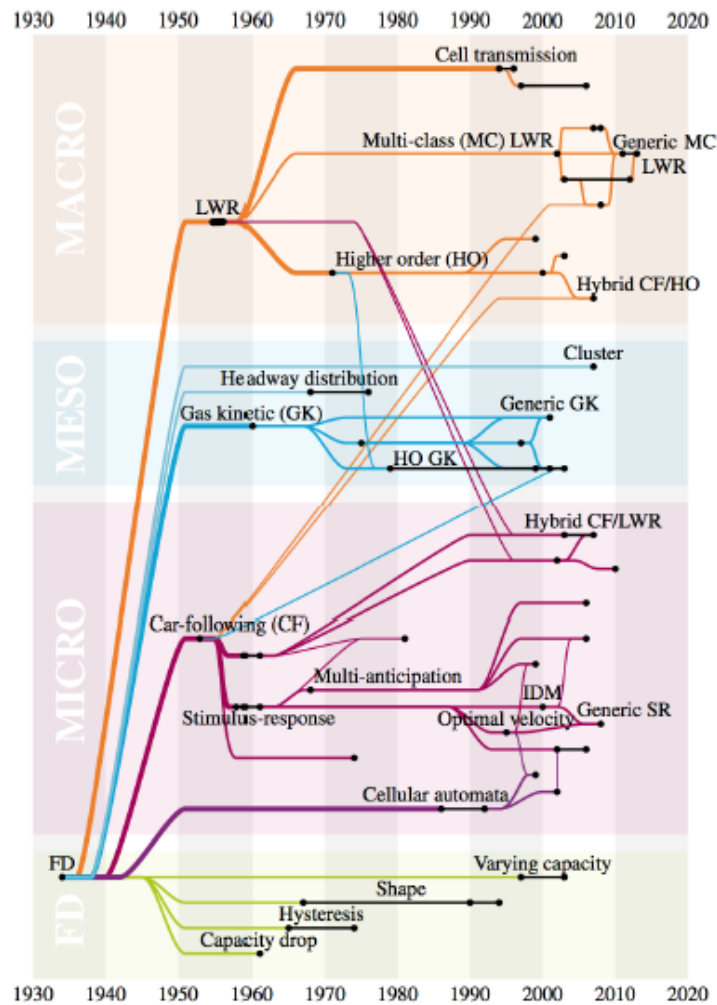


Figura 18. Árbol genealógico de los modelos simuladores de tráfico
Fuente: Kessels, F., et al. (2015). Traffic Flow Modeling: a Genealogy.

El diagrama fundamental modela el flujo vehicular, el cual establece la relación de velocidad-densidad o flujo-densidad; en cualquier caso, se representa la dinámica de los vehículos (ver Figura 19). Las características del diagrama fundamental son importantes en la modelación de sistemas, debido a que permite establecer correlaciones de los datos experimentales, los mismos que deben coincidir con los datos teóricos. (Delgado, Saavedra y Velasco, 2011).

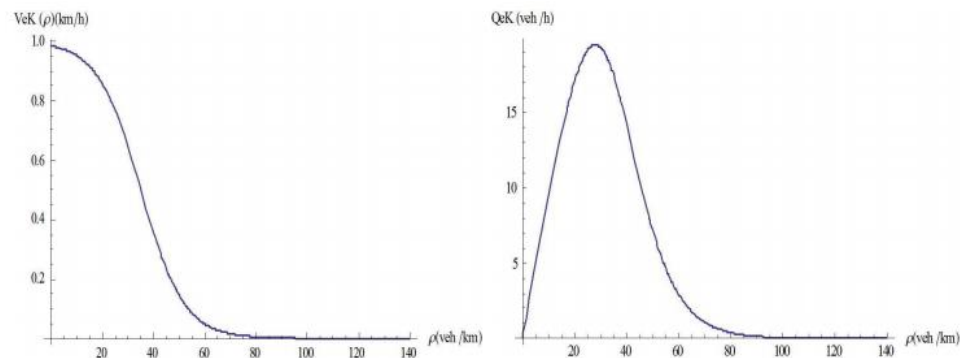


Figura 19. Diagrama fundamental del flujo de tráfico (velocidad-densidad, flujo-densidad)
Fuente: Delgado et al. (2011). Modelación de problemas de flujo vehicular.

A. Tipos de modelación de tráfico

Existen muchos modelos que estudian y analizan diferentes variables del movimiento vehicular a cualquier escala, lo cual permite obtener distintas descripciones. Así mismo, es de suma importancia la verificación de resultados coherentes para comprobar la validez de los pronósticos (Delgado et al., 2011). De manera general, los modelos de simulación de tráfico serán clasificados según el tipo de enfoque:

a. Modelo macroscópico

Describe la dinámica vehicular de forma global, es decir, no se realiza un análisis individual de cada vehículo. Por el contrario, las variables son descritas para un tramo o sección de una vía, como la densidad (número de vehículos por unidad de longitud), flujo (número de vehículos que pasan por

un punto determinado por unidad de tiempo) y velocidad promedio (Knoop, 2017).

b. Modelo mesoscópico

Este modelo hace una descripción del flujo de tráfico entre los enfoques macro y micro, evaluando algunos elementos macroscópicamente y otros microscópicamente. El movimiento de vehículos es descrito como una distribución de probabilidades; sin embargo, el comportamiento e interacciones se evalúan para cada vehículo (Kessels et al., 2015).

c. Modelo microscópico

Se estudian las combinaciones vehículo-conductor (vehículos) a lo largo de su trayectoria por la red vial, por lo que se debe conocer la posición de los vehículos en cada instante. Las variables de estudio son la velocidad, el espaciamiento (distancias entre vehículos) y el tiempo de avance (tiempo que tarda un vehículo en alcanzar al siguiente) (Knoop, 2017). Asimismo, la aceleración y de manera general, el comportamiento de un vehículo está influenciado por los vehículos siguientes de la parte delantera (Helbing, 2001). A continuación, en la Figura 20 se muestran los modelos de tráfico según el nivel de detalle.

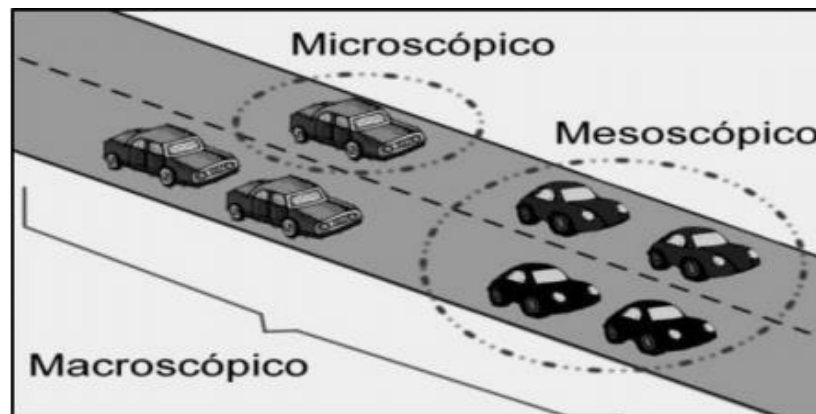


Figura 20. Modelos de simulación de tráfico

Fuente: Alcalá, M. (2016). Micro simulación del tráfico de la intersección de las Avenidas Bolívar, Córdova y Calle Andalucía empleando el software Vissim 6.

B. Microsimulación del tráfico

Es el proceso de modelación del movimiento de vehículos individuales durante su recorrido, los cuales son designados con características propias. Las interacciones entre los agentes involucrados en el tráfico vehicular: vehículo-vehículo, vehículo-red y dispositivos de control del vehículo se modelan en base a patrones de seguimiento de automóviles, cambio de carril y aceptación de espacios (Kim, 2006). Esto permitirá describir el control de tránsito, el flujo vehicular y el comportamiento de los conductores (Park y Schneeberger, 2003).

a. Proceso de microsimulación de tráfico

Infante y Amador (2011) señalan la existencia de numerosos programas de microsimulación de tráfico que compiten por ser líderes en el mercado mundial; no obstante, todos presentan similitud entre sus características esenciales. Por ello, el proceso de microsimulación presenta principalmente tres etapas:

- La elección de redes (infraestructura vial) a modelar, en función del tipo de estudio de tráfico.
- La construcción y posterior calibración de la red.
- La obtención de indicadores de desempeño y resultados de la red analizada.

Elección de redes

Los modelos de microsimulación buscan representar el tránsito vehicular en una infraestructura vial, a partir de lo cual, se podrá evaluar la dinámica vehicular sujeto a dos circunstancias: el aumento del flujo vehicular y el cambio de la geometría vial. Asimismo, se suelen modelar cuatro escenarios que incluyen el cambio de una o dos de las condiciones mencionadas:

- Flujos vehiculares actuales con la geometría actual.

- Flujos vehiculares futuros sin cambios en la geometría.
- Flujos vehiculares actuales con cambios en la geometría.
- Flujos vehiculares futuros con cambios en la geometría.

Esto permitirá realizar un análisis y comparación de los resultados obtenidos en función de los indicadores del mejoramiento del tránsito vehicular, debido al cambio del flujo vehicular y/o la geometría vial.

Construcción y calibración de la red

La construcción es el modelamiento de las características físicas y operativas de la red vial a través de un software simulador; mientras que, la calibración es el ajuste de los componentes modelados para representar con mayor exactitud las condiciones reales de tráfico, gracias a los datos tomados en campo. En consecuencia, la cantidad y calidad de información proporcionada definirá la validez de los resultados.

De manera general, esta etapa se puede dividir en tres partes:

Diseño y revisión de la red vial: Incluye estudios de la geometría vial del área de análisis, e incluso la topografía del terreno; así como, el conocimiento de los sentidos de circulación y los movimientos vehiculares.

Diseño y revisión de los elementos de control: Implica el conocimiento de los tipos de semáforos existentes y la distribución de los tiempos en cada fase, preferencias en las intersecciones de las vías públicas, velocidades de operación en horas punta y a flujo libre. En algunos casos, también se considera la señalización vertical y horizontal de las vías.

Diseño y revisión de flujos y trayectorias: Estos estudios presentan un elevado costo; sin embargo, es importante contar con ellos, debido a que

influyen directamente en los resultados. Para ello, se debe contar con aforos direccionales y de flujo con las distintas composiciones vehiculares, y ocasionalmente, con la definición de las trayectorias de los flujos vehiculares.

Indicadores de desempeño y resultados de la red

Los softwares de microsimulación de tránsito vehicular permiten visualizar la situación actual de las redes viales; así como evaluar el éxito de las propuestas de solución mediante indicadores de desempeño: niveles de servicio, demoras, longitud de colas, tiempos de viajes y velocidades de operación. Esto ayudará a determinar la configuración de la red más óptima, la cual garantice condiciones de movilidad adecuadas y eficientes para los usuarios (conductores y peatones).

b. Vissim, software de microsimulación

Vissim es un modelo de microsimulación, de pasos de tiempo y basado en el comportamiento, cuya unidad conductor-vehículo es modelada como una entidad individual. desarrollado en Alemania por la empresa Planung Transport Verkehr (PTV). Este software es capaz de modelar varios componentes del sistema de transporte, inclusive los tipos de transporte, diferentes operaciones de señales y la composición del tráfico urbano (PTV AG, 2011).

Funcionamiento del software Vissim

El modelo está conformado internamente por dos componentes comunicados mediante una interfaz: un simulador de tráfico, que simula la dinámica vehicular y un generador del estado de señal, donde el usuario define lógicas

de control de señal a través de operaciones de señales: tiempo fijo, activado, adaptativo, prioridad de señal de tránsito y medición de rampa (ver Figura 21). Así mismo, este generador actualiza el estado de la señal utilizando la información del detector del simulador de tráfico (Bloomberg y Dale, 2000).

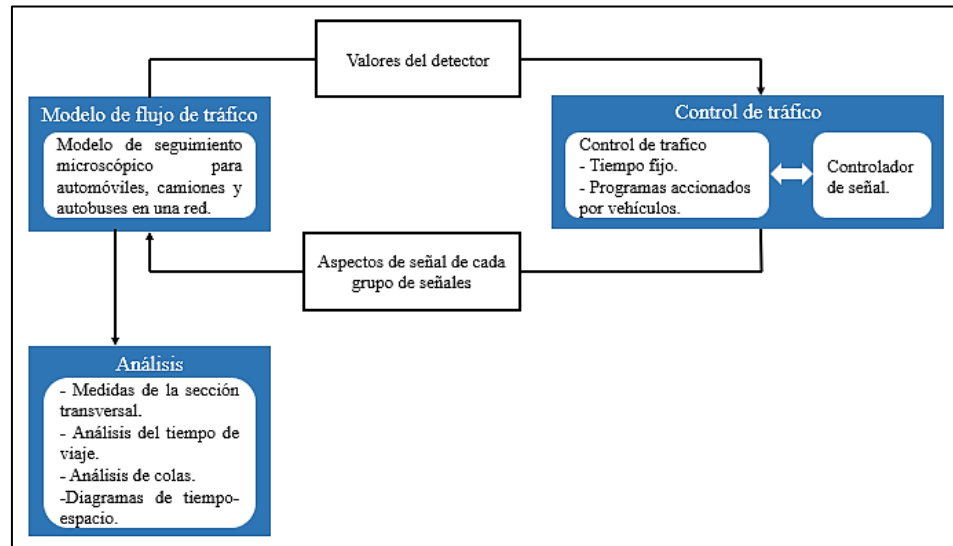


Figura 21. Comunicación entre simulador de tráfico y generador de estado de señal

Fuente: Adaptado de PTV AG. (2011). VISSIM 5.30-05 User Manual.

Vissim utiliza el modelo psicofísico de seguimiento de automóviles de Wiedemann para el movimiento longitudinal, ya que conlleva la combinación de aspectos psicológicos y restricciones fisiológicas de la percepción del conductor; mientras que, para el movimiento lateral, emplea un algoritmo basado en reglas.

El modelo de Wiedemann supone que el conductor se encuentra en uno de los cuatro estados de conducción: conducción libre, aproximación, seguimiento y frenado; lo cual determinará el “estado” de un vehículo, condicionado por la diferencia de distancia y velocidad con respecto al de un vehículo “líder” (vehículo en la posición delantera) (Wiedemann, 1974; 1991).

Wiedemann (1974; 1991) estableció dos modelos según el modelo del automóvil de estudio:

Wiedemann 74: Modelo apto para tráfico urbano y zonas de confluencia.

Wiedemann 99: Modelo para el tráfico de autopistas sin áreas de unión.

En el Manual de usuario Vissim, PTV AG (2018) describe los estados de conducción:

Conducción Libre: No existen vehículos próximos que alteren el movimiento del vehículo analizado, por lo que el conductor maneja a la velocidad deseada; sin embargo, esta varía constantemente debido a un control deficiente del acelerador.

Aproximación: En esta condición, el conductor ajusta su velocidad de acuerdo a la del vehículo precedente. Por lo que, al acercarse y conseguir la distancia de seguridad deseada, el par de vehículos manejen a una misma velocidad.

Seguimiento: El conductor sigue al vehículo precedente con un control imperfecto de la aceleración, por lo que frecuentemente está sometido a aceleraciones y desaceleraciones, manteniendo inconstancias en la distancia de seguridad y velocidad.

Frenado: Circunstancia en la que se aplica una desaceleración media a alta, por la reducción de la distancia de seguridad deseada. Esto es debido al cambio abrupto de velocidad del vehículo líder, o a un tercer vehículo que circula desde un carril próximo hacia el frente del vehículo analizado.

Infraestructura del modelo

El propósito del uso de Vissim definirá el nivel de detalle necesario para la modelar la infraestructura vial con gran precisión. A pesar de que el diseño de

un esquema general de la intersección analizada permitirá probar la lógica de señales accionadas por el tráfico, se necesitará de un modelo más detallado para un análisis de simulación. Por ello, se debe realizar una réplica de la red vial a escala, la cual puede ser importada desde un software de simulación de tráfico macroscópico u otros que generen archivos de red VISSIM, también se pueden diseñar manualmente en base a imágenes satelitales escaladas o dibujos CAD (PTV AG, 2011). Posteriormente, se inicia con el modelado, dibujando caminos rectos y conectándolos a la intersección (Fabianova, Michalik, Janekova y Fabian, 2020).

- **Link y conectores**

Son elementos que permiten representar las redes viales. Los links o enlaces se colocan a lo largo de las redes; mientras que los conectores se utilizan en las siguientes circunstancias: para unir dos o más links; en un cruce de links; cuando un link se divide en dos o más; o las características de una sección vial cambian (ver Figura 22). Los enlaces tienen propiedades obligatorias y opcionales que caracterizan las características de la vía, cuyas propiedades obligatorias presentan una identificación, coordenadas planas, número de carriles, ancho de carril y el tipo de vehículos de circulación (Fellendorf y Vortisch, 2010).

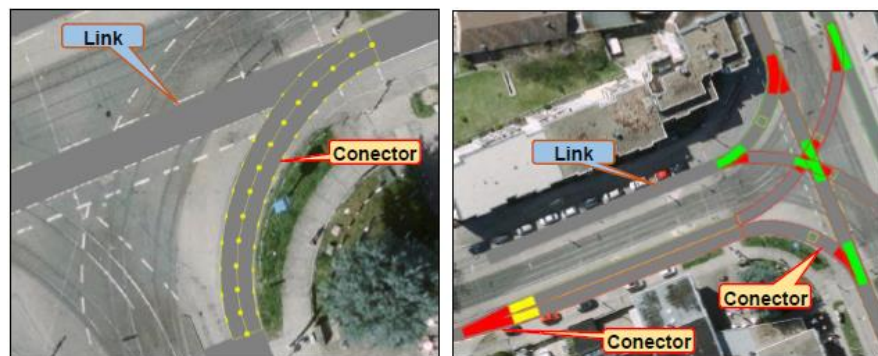


Figura 22. Modelación de links y conectores en Vissim.

Fuente: Adaptado de PTV AG. (2015). PTV VISSIM first steps tutorial.

- **Otros elementos del modelo**

La construcción de links y conectores es necesaria para añadir otros elementos en el modelo, tales como objetos puntuales y otros con longitud espacial. Los objetos puntuales se ubican en una coordenada específica de un carril, como la señal de límite de velocidad, donde la velocidad de un vehículo se ajustará a la indicada; la señal de CEDA EL PASO y ALTO, donde se dará prioridad a los movimientos vehiculares más importantes; y el semáforo, el cual regulará el tráfico indicando los tiempos en verde y rojo. Por otra parte, los objetos espaciales tienen una longitud determinada dentro del carril, como lugares de parada para el transporte público, los estacionamientos, áreas de velocidad, entre otros (Fellendorf y Vortisch, 2010).

Elementos de entrada del modelo

En el Manual de usuario Vissim, PTV AG (2018) señala que el funcionamiento del software basado en el modelo de seguimiento de automóviles de Wiedemann, incluye diferentes variables que emplean distribuciones estocásticas. Por ello, se dará a conocer las diversas distribuciones, funciones, y la forma de modelación de vehículos y peatones, para realizar una adecuada simulación de tráfico.

- **Funciones de aceleración y desaceleración**

Vissim utiliza funciones para mostrar la variabilidad de los valores de aceleración y desaceleración, influenciadas por el comportamiento del conductor. Para cada tipo de vehículo se asignan dos funciones de aceleración y dos de desaceleración, representadas mediante gráficos.

Aceleración máxima: Se considera solo cuando se requiere mantener la velocidad en pendientes.

Aceleración deseada: Es utilizada en el resto de situaciones.

Desaceleración máxima: Se ajusta a valores de 0,1 m/s² por cada porcentaje de pendiente positiva y -0,1 m/s² por cada porcentaje de pendiente negativa.

Desaceleración deseada: En casos donde se encuentra por debajo de la desaceleración máxima, esta es usada como el valor máximo.

- **Distribuciones**

Un rango de parámetros es considerado a través de una distribución estocástica, que permite representar las características del tráfico vehicular de forma realista. Vissim cuenta con varios tipos de distribuciones; sin embargo, solo serán consideradas las siguientes:

Distribución de velocidad deseada: Influye directamente en la capacidad vial y en las velocidades alcanzables. Si se presenta el estado de conducción libre, el conductor viajará alrededor de la velocidad deseada, debido a las pequeñas variaciones de aceleración.

Distribución de color: Se utiliza para la visualización gráfica, mas no influye en los resultados de la simulación. Su propósito es mostrar una distribución de color en lugar de uno solo para los tipos de vehículos y peatones.

Distribución del modelo: Permite modelar los tipos de vehículos y peatones de acuerdo sus características reales: dimensiones, colores y

texturas; donde solo la primera característica causará efectos en los resultados de la simulación.

Distribución del tiempo de permanencia: Son aplicadas para simular los tiempos de estacionamiento, señales de alto, contadores de peaje, lugares de parada de autobuses. Este tipo de distribución puede ser definida como:

Distribución normal: Se caracteriza por el valor medio y la desviación estándar.

Distribución empírica: Se construye con un valor mínimo y máximo, así como valores intermedios que permitan generar una gráfica de diversas formas.

- **Tipo, clase y categoría de vehículo**

Vissim define información del vehículo en base a una jerarquía establecida.

Tipo de vehículo: Es un conjunto de vehículos con características técnicas y comportamientos de conducción semejantes. Adicionalmente a los vehículos preestablecidos: automóvil, camión, autobús, tranvía y bicicleta; es posible crear nuevos tipos y hacer modificaciones.

Clase de vehículo: Si bien varios tipos de vehículos pueden incluirse dentro de una misma clase, por defecto estas clases engloban a un tipo de vehículo con el mismo nombre. Para incorporar varios tipos de vehículos, es necesario que tengan un comportamiento de conducción similar, a pesar de presentar diferentes características (por ejemplo: valores de aceleración).

Categoría de vehículo: Se encuentran preestablecidas en el programa e incluyen a un grupo de vehículos con interacciones similares.

- **Comportamiento de conducción**

Este comportamiento varía de acuerdo a la población de conductores, velocidades deseadas, distancias de seguridad, entre otras variables. Vissim utiliza modelos comportamiento de conducción como: seguimiento de vehículo, cambio de carril, movimiento lateral y control por semaforización; lo cuales se basan en parámetros que afectan directamente la interacción del vehículo y, por consiguiente, los resultados de la simulación.

- **Parámetros del modelo Wiedemann 74**

En la Tabla 3 se describen los parámetros que considera el modelo Wiedemann 74.

Tabla 3

Definición de los parámetros del modelo Wiedemann 74

Parámetros	Descripción
Distancia media de parada	(ax): Es la distancia media deseada entre dos coches. La tolerancia es de -1.0 m a $+1.0$ m, que normalmente se distribuye alrededor de 0.0 m, con una desviación estándar de 0.3 m. Valor predeterminado 2.
Parte aditiva de la distancia de seguridad	(bx _{add}): Valor utilizado para el cálculo de la distancia de seguridad deseada d. Permite ajustar los valores de los requisitos de tiempo. Por defecto 2.
Parte multiplicativa de la distancia de seguridad	(bx _{mult}): Valor utilizado para el cálculo de la distancia de seguridad deseada d. Permite ajustar los valores de los requisitos de tiempo. Mayor valor = mayor distribución (desviación estándar) de la distancia de seguridad. Valor predeterminado 3.

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: PTV AG. (2018). PTV VISSIM 10 USER MANUAL.

La distancia deseada “d” se determina de la siguiente manera:

Ecuación 5. Distancia de seguridad entre dos vehículos

$$d = ax + bx$$

Donde:

ax: Distancia de reposo.

bx: $(bx_{add} + bx_{mult} \times z) \times \sqrt{v}$

v: Velocidad del vehículo (m/s)

z: Es un valor de rango (0.1), que normalmente se distribuye alrededor de 0.5 con una desviación estándar de 0.15.

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis con respecto a las condiciones de campo de la microsimulación de tráfico y congestamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo, 2021?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

O.G. Analizar con respecto a las condiciones de campo la microsimulación de tráfico y el congestamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo, 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

OE.1. Realizar la construcción del modelo microsimulador bajo las condiciones de tráfico actuales.

OE.2. Realizar la calibración y validación del modelo microsimulador.

OE.3. Determinar los indicadores de desempeño mediante la metodología HCM 2010 y la microsimulación de tráfico en las condiciones actuales.

OE.4. Elaborar el diseño geométrico de una turbo rotonda como alternativa de solución para la optimización de tráfico de la rotonda convencional.

OE.5. Determinar los indicadores de desempeño mediante la microsimulación de tráfico con la incorporación de la turbo rotonda.

1.6.Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La microsimulación de tráfico obtendrá valores de tiempo de viaje que reflejen en un modelo las condiciones de campo a través de la igualdad de medias en muestras independientes con la prueba T de Student; mientras que, el congestiónamiento vehicular presentará un nivel de servicio F con un alto índice de saturación en el Óvalo Larco, Trujillo, 2021.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por el propósito

La presente investigación según el propósito es de tipo aplicada, ya que, busca la aplicación o utilización de los conocimientos de la investigación básica para contrastar la investigación a realizarse.

2.1.2. Por el diseño

La presente investigación según el diseño es de tipo no experimental descriptiva, puesto que no existe la posibilidad de manipular las variables independientes para encontrar resultados en variables dependientes. Esta investigación se basa en la observación y tiene como objetivo describir el comportamiento de las variables en una muestra de la población.

2.2. Diseño de investigación

Según el diseño es de tipo no experimental transversal descriptivo debido a que no existen condiciones o estímulos que expongan a la muestra de estudio, así como busca la recolección de datos con el propósito de describir las variables y analizar su comportamiento en un mismo tiempo; donde los fenómenos se observan y se describen tal como se presentan de forma natural (ver Tabla 4).

Tabla 4
Diseño de investigación transversal

Estudio	T1
M: Óvalo Larco	O: Microsimulación de tráfico y congestiónamiento vehicular

Donde:

M: Muestra

O: Observación

2.3. Variables

2.3.1. Variables

Microsimulación de tráfico

Es el proceso de modelación del movimiento de vehículos individuales durante su recorrido, los cuales son designados con características propias. Las interacciones entre los agentes involucrados en el tráfico vehicular: vehículo-vehículo, vehículo-red y dispositivos de control del vehículo se modelan en base a patrones de seguimiento de automóviles, cambio de carril y aceptación de espacios (Kim, 2006). Esto permitirá describir el control de tránsito, el flujo vehicular y el comportamiento de los conductores (Park y Schneeberger, 2003).

Congestionamiento Vehicular

Es la circunstancia o periodo de tiempo en la que una mayor demanda vehicular a la proyectada transita por las vías urbanas, generando una disminución de la velocidad de los vehículos e incrementando su tiempo de circulación y desplazamiento (Bull, 2003).

2.3.2. Clasificación de variables

Tabla 5

Identificación de las variables

VARIABLES	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Microsimulación de tráfico	Independiente	Cuantitativa Continua.	Razón	Multidimensional	Indirecta
Congestionamiento Vehicular	Independiente	Cualitativa	Ordinal	Multidimensional	Indirecta

2.3.3. Operacionalización de variables / Matriz de operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
V. Independiente: Microsimulación de tráfico	Es el proceso de modelación del movimiento de vehículos individuales durante su recorrido, los cuales son designados con características propias. Las interacciones entre los agentes involucrados en el tráfico vehicular: vehículo-vehículo, vehículo-red y dispositivos de control del vehículo se modelan en base a patrones de seguimiento de automóviles, cambio de carril y aceptación de espacios (Kim, 2006).	La microsimulación se analizará con la diferencia de medias de los valores obtenidos de la longitud de cola bajo las condiciones modeladas en relación a las condiciones reales.	Construcción del modelo	Geometría de la rotonda	• Dimensiones de la sección vial de los accesos (m)	Razón
					• Dimensiones de la calzada circulatoria de la rotonda (m)	
					• Dispositivos de control de tránsito (und)	
					• Aforo vehicular (veh/h)	
					• Aforo vehicular direccional (veh/h)	
			Calibración y validación del modelo	• Aforo vehicular (veh/h)		
				• Aforo vehicular (veh/h)		
				• Aforo vehicular (veh/h)		
				• Aforo vehicular (veh/h)		
				• Tiempo de viaje (seg)		
				Prueba de hipótesis T de Student	• Parámetros estadísticos	Razón

			Diseño geométrico de una turbo rotonda	Geometría de la turbo rotonda	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad vial (pc/h) • Dimensiones de los radios de diseño (m) • Dimensiones de la sección vial de los accesos (m) 	Razón
V. Independiente: Congestionamiento Vehicular	Es la circunstancia o periodo de tiempo en la que una mayor demanda vehicular a la proyectada, transita por las vías urbanas, generando una disminución de la velocidad de los vehículos e incrementando su tiempo de circulación y desplazamiento (Bull, 2003).	El congestionamiento vehicular se evaluará mediante el estudio de tráfico para cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la vía.	Indicadores de desempeño de situación actual	Longitud de cola	• Medida de longitud lineal (m)	Razón
				Tiempo de demora	• Medida del tiempo (seg)	Razón
				Nivel de servicio	• Grado de saturación	Ordinal
			Indicadores de desempeño en turbo rotonda	Longitud de cola	• Medida de longitud lineal (m)	Razón
				Tiempo de demora	• Medida del tiempo (seg)	Razón
				Nivel de servicio	• Grado de saturación	Ordinal

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

El tránsito vehicular en el Óvalo Larco en el distrito de Trujillo, 2021.

2.4.2. Muestra

El tránsito vehicular durante 19 horas continuas de 7 días a la semana en el Óvalo Larco en el distrito de Trujillo.

2.4.3. Materiales

Cinta métrica: Permitirá medir las dimensiones de la geometría vial.

Wincha láser: Permitirá medir las dimensiones de la geometría vial en zonas de difícil acceso.

Equipo de videograbación: Apoyo como recurso visual para la toma de datos del conteo vehicular y tiempos de viaje.

Cronómetro: Permitirá determinar los tiempos de viaje.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1. Técnica de recolección de datos

Para el aforo vehicular se utilizó la técnica de observación directa con ayuda de un equipo de videograbación, cuya filmación se realizó mediante 2 cámaras de video colocadas en un edificio aledaño al óvalo con visibilidad a las 4 ramas de acceso.

La técnica mencionada anteriormente también sirvió para recolectar otros datos, como es el caso de los tiempos de viaje, para lo cual se estableció un punto inicial y final del tramo en el que se deseó evaluar este parámetro en uno de los accesos al óvalo; la recolección de los datos se obtuvo mediante las videograbaciones y un cronómetro para determinar el tiempo total de recorrido incluyendo los tiempos de

detención. Por su parte, la velocidad promedio de viaje en el óvalo, se calculó a través de pruebas realizadas en un vehicular particular con ayuda del velocímetro.

Además, se determinaron las medidas de los elementos de la rotonda y las dimensiones de las secciones viales utilizando la técnica de análisis documental, basándonos en la información expuesta en un plano catastral del distrito de Trujillo y un plano topográfico de las vías estructurales de la zona de estudio otorgado por el TMT. Así mismo, la observación directa permitió verificar en campo las dimensiones mostradas en los planos y las condiciones actuales del óvalo; con el propósito de reconocer el estado de las señaléticas y la existencia de fallas en el pavimento (depresiones, grietas por fatiga, etc.).

Se empleó el análisis microscópico como técnica de recolección de datos de los indicadores de desempeño presentes en el modelo base para la determinación del congestiónamiento vehicular.

2.5.2. Instrumento de recolección de datos

En la Tabla 7 se muestran los instrumentos para la recolección de datos que se emplearon en la variable de microsimulación de tráfico: planos otorgados por el TMT, cinta métrica, wincha láser, ficha técnica de registro para la medición de la geometría de las vías y evaluación del estado actual de la intersección (ver Anexo N°3); equipo de videograbación y fichas de registro para el conteo vehicular a detalle (ver Anexo N°5); equipo de videograbación, cronómetro y fichas de registro para la determinación de los tiempos de viaje (ver Anexo N°4). Por otra parte, se utilizó el software Vissim para obtener los indicadores de desempeño de la intersección analizada.

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de recolección de datos para las variables

Variable	Fuente	Técnica	Instrumento
Microsimulación de tráfico	Óvalo Larco	Análisis documental	Planos otorgados por TMT
		Observación directa	Cinta métrica Wincha láser Equipo de videograbación Cronómetro Ficha técnica de registro
Congestionamiento Vehicular		Análisis microscópico	Vissim

2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos han sido validados por el Ing. German Sagastegui Vásquez con código CIP 126049, quien ha revisado detalladamente que las fichas técnicas de registro cuenten con los requisitos necesarios para obtener adecuadamente toda la información esencial, que será posteriormente utilizada como datos de entrada al software de microsimulación de tráfico. Por ello, para la correspondiente validación se ha llenado y firmado una matriz de evaluación de los instrumentos (ver Anexo N°2); así como, se ha firmado cada instrumento utilizado (ver Anexo N°3, N°4 y N°5).

2.5.4. Análisis de datos

La presente investigación es de diseño no experimental y transversal porque solo se realizó el estudio en un solo periodo de tiempo, por lo tanto, se utilizó la técnica de “Estadística descriptiva”, donde los instrumentos aplicados fueron las medidas y los gráficos estadísticos como el gráfico de líneas, gráfico circular, gráfico de barras verticales y horizontales.

2.6.Procedimientos

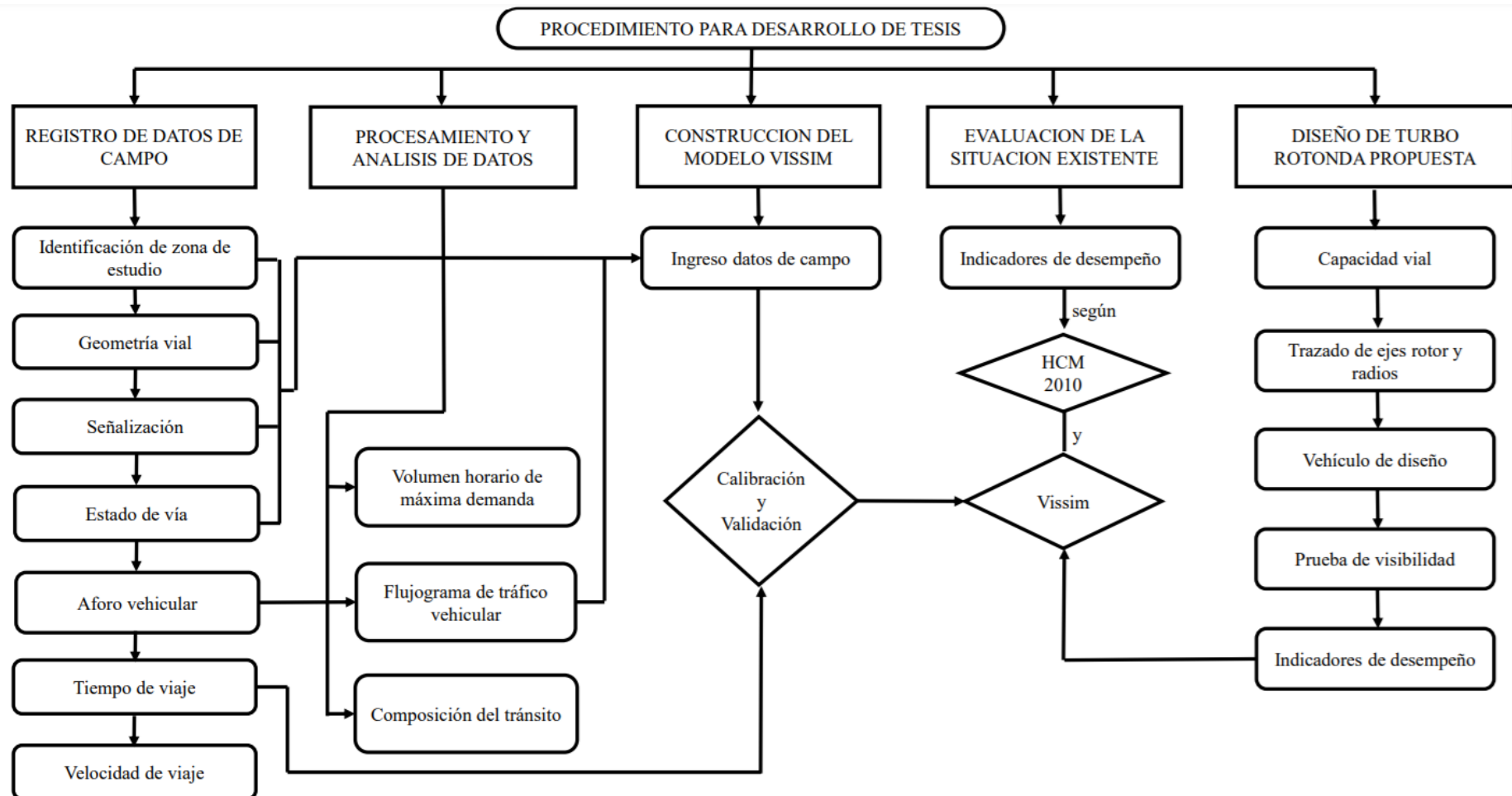


Figura 23. Estructura del procedimiento para el desarrollo de tesis

Para identificar las redes viales más congestionadas se ha utilizado el Informe Técnico “Evaluación de Área Saturada de la Red Vial Metropolitana de Trujillo” de Transportes Metropolitanos de Trujillo (TMT), en base a lo cual se ha seleccionado la intersección de la Av. América Sur y Víctor Larco, más conocida como Óvalo Larco (ver Anexo N°6). Estas vías metropolitanas permiten acceder a diversas zonas urbanas, tal es el caso de la Av. América Sur, la cual enlaza instituciones educativas de gran importancia, hospitales y centros comerciales; mientras que, la función principal de la Av. Víctor Larco es conectar el distrito de Trujillo con Víctor Larco (Consorcio GITEC-RUPPRECHT-PACT PERÚ, 2020).

Para el registro de datos en campo de la intersección, se emitió una “Solicitud de acceso a la información pública” a TMT con la finalidad de obtener el plano de la geometría vial del Óvalo Larco, el cual fue brindado a través del organismo PLANDET (ver Anexo N°7). Asimismo, las dimensiones de los elementos de la rotonda y de las secciones viales (calzadas, bermas, áreas verdes, etc.) mostradas en el plano, se corroboraron en campo con ayuda de una wincha láser de 50 m tal como se muestra en la Figura 24.

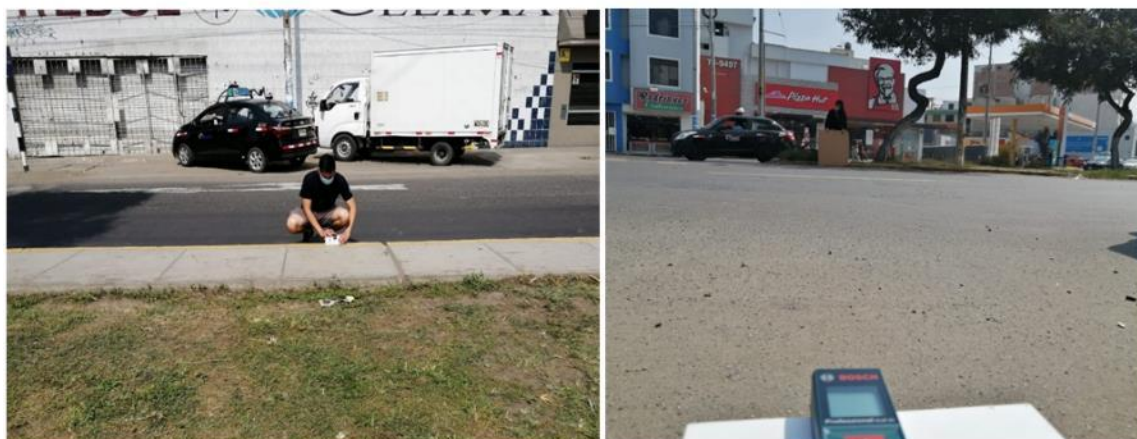


Figura 24. Trabajos de medición de las dimensiones en campo mediante wincha laser

Para recolectar los datos del aforo vehicular se optó por realizar un conteo mecánico con apoyo de dos cámaras de videograbación, las cuales fueron ubicadas en un lugar estratégico aledaño al óvalo, específicamente en un edificio de 5 pisos de un local comercial, desde donde se tuvo visibilidad a los cuatro accesos y salidas del óvalo con el propósito de identificar con mayor exactitud todos los movimiento vehiculares y peatonales (ver Figura 25). El conteo se inició el lunes 21 de junio; si bien el MTC (2018) en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018 indica que para un estudio de tráfico se debe realizar como mínimo un conteo de 7 días continuos de 24 horas, el horario del toque de queda según Decreto Supremo N°123-2021-PCM cambió este concepto; y solo se recolectó la información desde las 4:00 am hasta las 11:00 pm de los 7 días consecutivos.



Figura 25. Ubicación de videocámaras y su campo de visibilidad

Para conocer los tiempos de viaje y la velocidad promedio que se manejan en las rutas de estudio, se establecieron lugares de inicio y término del tramo recorrido para los movimientos vehiculares, tomando como referencia calles de intersección con las avenidas estudiadas. Se realizaron diversas pruebas en un vehículo particular con ayuda de un cronómetro para obtener el tiempo de viaje promedio y apoyados del velocímetro del mismo se obtuvo la velocidad promedio de circulación. Sin embargo, se tuvo en consideración la cantidad de muestras necesarias para obtener resultados representativos según la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Tamaño de la muestra de tiempo de viaje en campo

$$\#Muestras = \frac{\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde:

N= Tamaño de la población (veh)

E= Margen de Error (5%)

Z= Puntuación definida para el nivel de confianza definido en 1.96 en 95%

Así mismo, en las visitas a campo se identificaron las características de la señalética horizontal y vertical, el estado actual de la infraestructura vial, y las rutas de transporte público, cuya información fue ingresada en fichas técnicas de registro. Esto permitió contar con los datos de entrada al software de microsimulación y la aplicación de la metodología HCM 2010.

Para el procesamiento de datos, el conteo vehicular permitió determinar la composición del tránsito y los volúmenes vehiculares, lo que conllevó a identificar las horas pico junto a los volúmenes horarios de máxima demanda (VHMD) en cada turno (mañana, tarde y

noche) de los 7 días consecutivos. A su vez, los VHMD fueron incluidos en un flujograma de tráfico vehicular, en el cual se detalló el volumen vehicular mixto en cada uno de los cuatro accesos al óvalo, de acuerdo a los movimientos de los vehículos.

Posteriormente, se realizó un proceso de análisis utilizando los volúmenes máximos o de diseño para calcular la capacidad del óvalo. Puesto que existe una gran cantidad de rotondas que no cuentan con semáforos vehiculares y peatonales, como es el presente caso de estudio; el HCM 2010 define una metodología sin tomar en cuenta los dispositivos de control de tránsito existentes; cuyo procedimiento se realizó de acuerdo a los siguientes pasos:

A. Volúmenes de demanda a tasas de flujo

Para analizar las condiciones existentes en las que los datos pueden ser tomados de campo, los volúmenes del periodo máximo de 15 minutos se convierten a tasas de flujo, multiplicando los volúmenes máximos de 15 minutos por 4.

Sin embargo, para analizar las condiciones proyectadas o cuando los datos iniciales no están disponibles, los volúmenes de demanda por hora para cada movimiento se convirtieron a tasas de flujo de demanda pico de 15 minutos en vehículos por hora, mediante la siguiente expresión:

Ecuación 7. Tasa de flujo de demanda para movimiento

$$v_i = \frac{V_i}{PHF}$$

Donde:

v_i = Tasa de flujo de demanda para movimiento i (veh/h).

V_i = Volumen de demanda para movimiento i (veh/h).

PHF = Factor de hora pico.

B. Ajuste de tasas de flujo para vehículos pesados

En la Tabla 8 se muestran los factores de ajuste para las tasas de flujo por cada movimiento considerando las características del vehículo de estudio.

Tabla 8
Factores de vehículos equivalentes

Tipo de vehículo	Equivalente de vehículos de pasajeros, E_T
Auto de pasajeros	1.0
Vehículo pesado	2.0

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: TRB. (2010). HCM 2010, Highway Capacity Manual.

Estos valores se incorporaron a través de las siguientes expresiones:

Ecuación 8. Tasa de flujo de demanda para movimiento

$$v_{i,pce} = \frac{v_i}{f_{HV}}$$

Ecuación 9. Factor de ajuste de vehículos pesados

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)}$$

Donde:

$v_{i,pce}$ = Tasa de flujo de demanda para movimiento i (pc/h).

v_i = Tasa de flujo de demanda para movimiento i (veh/h).

f_{HV} = Factor de ajuste de vehículos pesados.

P_T = Porcentaje de vehículos pesados del volumen de demanda.

E_T = Vehículo equivalente de vehículos pesados.

C. Tasas de flujo de circulación y de salida para cada tramo del óvalo

Tasa de flujo de circulación

El flujo de circulación que se opone a una entrada determinada es definido como el flujo que entra en conflicto con el flujo de entrada. Por ejemplo, para el cálculo de la tasa de flujo de circulación en dirección norte se tomó en cuenta lo indicado en la siguiente ecuación y en la Figura 26.

Ecuación 10. Ejemplo de tasa de flujo de circulación en dirección norte

$$V_{c,NB,pce} = V_{WBU,pce} + V_{SBL,pce} + V_{SBU,pce} + V_{EBT,pce} + V_{EBL,pce} + V_{EBU,pce}$$

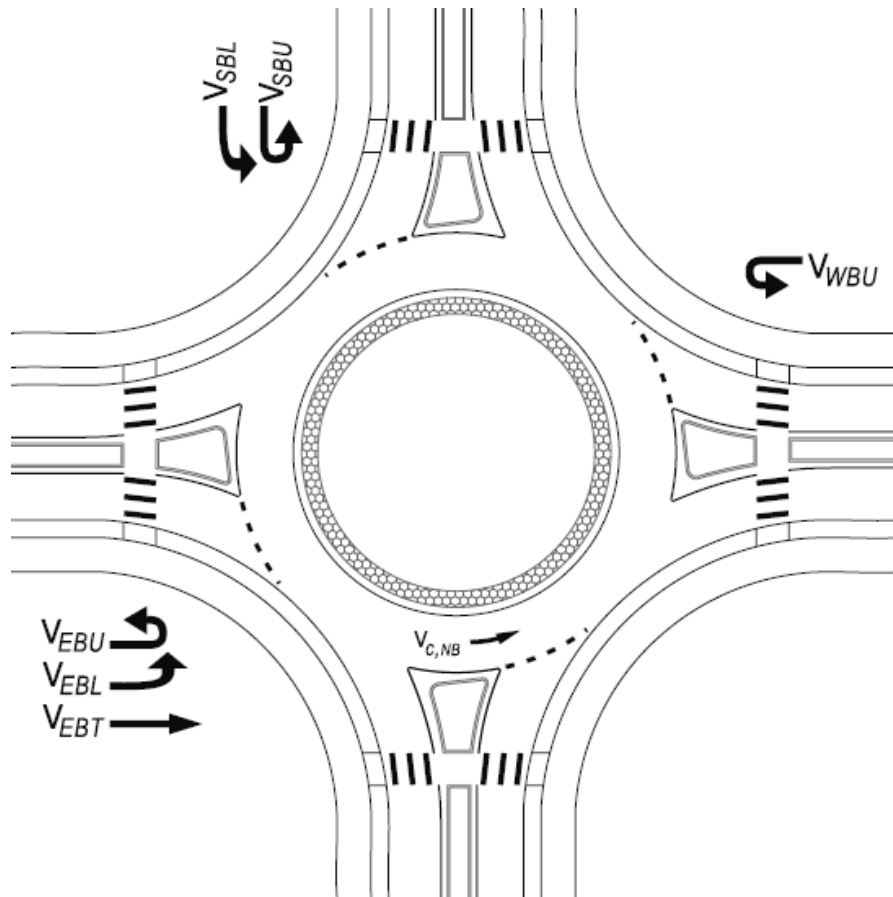


Figura 26. Flujo de circulación en dirección norte
Fuente: TRB. (2010). HCM 2010, Highway Capacity Manual.

Tasa de flujo de salida

Es empleada para determinar el flujo que entra en conflicto con carriles de desvío que giran a la derecha. Sin embargo, esta rotonda de estudio no cuenta con aquella consideración.

D. Tasas de flujo de entrada por carril

Para entradas a una rotonda de varios carriles o con carriles de derivación, o ambos, se debe tomar en cuenta ciertas condiciones. Si se cuenta con un carril de desvío de giro a la derecha, el flujo que usa dicho carril se elimina del cálculo de los flujos de entrada a la rotonda. Si solo hay un carril disponible para un movimiento dado, el flujo se asigna solo a ese carril. Mientras que, los flujos restantes se distribuyen en todos los carriles.

En base a ello, se analizaron cinco casos de varios carriles utilizando las fórmulas mostradas en la Tabla 9.

Tabla 9
Asignación de tasas de flujo de entrada de dos carriles

Caso	Asignación de carril asumida	Carril izquierdo	Carril derecho
1	L, TR	$v_u + v_L$	$v_T + v_{R,e}$
2	LT, R	$v_u + v_L + v_T$	$v_{R,e}$
3	LT, TR	$(\%LL) v_e$	$(\%RL) v_e$
4	L, LTR	$(\%LL) v_e$	$(\%RL) v_e$
5	LTR, R	$(\%LL) v_e$	$(\%RL) v_e$

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: TRB. (2010). HCM 2010, Highway Capacity Manual.

Donde:

L = Izquierda

LT = Izquierda – de frente.

TR = De frente – derecha.

LTR = Izquierda-de frente-derecha.

R = Derecha.

v_u, v_L, v_T y $v_{R,e}$ = Tasas de flujo de entrada para giro en U, giro a la izquierda, de frente y giro a la derecha sin derivación.

%LL = Porcentaje del flujo de entrada en el carril izquierdo.

%RL = Porcentaje del flujo de entrada en el carril derecho.

E. Capacidad de cada carril de entrada y carril de derivación en vehículo equivalente

Rotondas de varios carriles

Teniendo en cuenta la geometría actual, la capacidad de dos carriles de entrada (derecho e izquierdo) en conflicto con dos carriles de circulación (ver Figura 27) se determinó con las siguientes expresiones respectivamente:

Ecuación 11. Capacidad del carril derecho de entrada en pce

$$c_{e,R,pce} = 1,130e^{(-0.7 \times 10^{-3})v_{c,pce}}$$

Ecuación 12. Capacidad del carril izquierdo de entrada en pce

$$c_{e,L,pce} = 1,130e^{(-0.75 \times 10^{-3})v_{c,pce}}$$

Donde:

$c_{e,R,pce}$ = Capacidad del carril derecho de entrada ajustada por vehículos pesados (pc/h).

$c_{e,L,pce}$ = Capacidad del carril izquierdo de entrada ajustada por vehículos pesados (pc/h).

$v_{c,pce}$ = Tasa de flujo en conflicto de los carriles (pc/h).

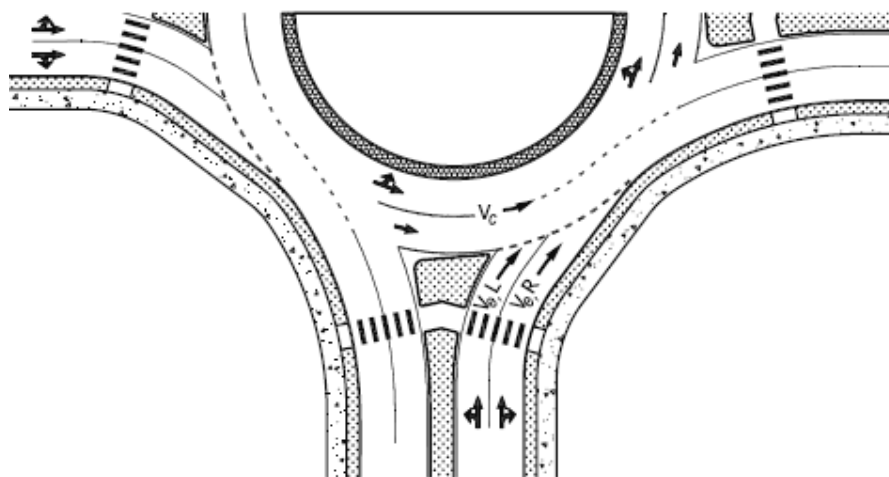


Figura 27. Conflicto entre dos carriles de entrada con dos carriles de circulación
Fuente: TRB. (2010). HCM 2010, Highway Capacity Manual.

F. Tasas de flujo y capacidad de los carriles en vehículos por hora

La tasa de flujo de un carril en vehículos por hora:

Ecuación 13. Tasa de flujo de carril ajustada

$$v_i = v_{i,PCE} f_{HV,e}$$

Donde:

v_i = Tasa de flujo de carril i (veh/h).

$v_{i,PCE}$ = Tasa de flujo de carril i (pc/h).

$f_{HV,e}$ = Factor de ajuste de vehículo pesado para carril de entrada.

La capacidad de un carril en vehículos por hora:

Ecuación 14. Capacidad de carril ajustada

$$c_i = c_{i,PCE} f_{HV,e} f_{ped}$$

Donde:

c_i = Capacidad de carril i (veh/h).

$c_{i,PCE}$ = Capacidad de carril i (pc/h).

f_{ped} = Factor de ajuste por peatones.

$f_{HV,e}$ = Factor de ajuste de vehículo pesado para carril de entrada.

Ecuación 15. Factor de ajuste de vehículo pesado para carril de entrada.

$$f_{HV,e} = \frac{f_{HV,u}U_{u,PCE} + f_{HV,L}U_{L,PCE} + f_{HV,T}U_{T,PCE} + f_{HV,R,e}U_{R,e,PCE}}{U_{u,PCE} + U_{L,PCE} + U_{T,PCE} + U_{R,e,PCE}}$$

G. Relación volumen - capacidad para cada carril

La relación volumen-capacidad para un carril dado se calculó de la siguiente manera:

Ecuación 16. Relación volumen-capacidad del carril

$$x_i = \frac{v_i}{c_i}$$

Donde:

x_i = Relación volumen-capacidad del carril i .

v_i = Tasa de flujo de demanda del carril i (veh/h).

c_i = Capacidad del carril i (veh/h).

H. Demora de control promedio para cada carril

La demora de control promedio para cada carril de entrada a una rotonda se determinó

con la siguiente ecuación:

Ecuación 17. Demora de control promedio para cada carril

$$d = \frac{3,600}{c_i} + 900T \left[x_i - 1 + \sqrt{(x_i - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c_i}\right) x_i}{450T}} \right] + 5 \times \min[x_i, 1]$$

Donde:

d = Demora de control promedio (s/veh).

x_i = Relación volumen-capacidad del carril i .

c_i = Capacidad del carril i (veh/h).

T = Periodo de tiempo en horas, ($T=0,25h$ para un análisis de 15 min).

I. Niveles de Servicio para cada carril

El Nivel de Servicio en cada carril de entrada se determinó según lo señalado en la Tabla 2 y se comparó con los resultados de la demora de control promedio.

J. Demora de control y niveles de servicio para cada entrada y el óvalo en su totalidad

La demora de control para cada entrada se calculó a través de un promedio ponderado de la demora de cada carril de entrada afectada por el volumen, cuyo cálculo se detalla a continuación:

Ecuación 18. Demora de control para cada entrada

$$d_{\text{entrada}} = \frac{d_{LL}v_{LL} + d_{RL}v_{RL} + d_{\text{bypass}}v_{\text{bypass}}}{v_{LL} + v_{RL} + v_{\text{bypass}}}$$

La demora del óvalo en conjunto se determinó calculando un promedio de la demora en cada entrada afectada por el volumen correspondiente, según la siguiente ecuación:

Ecuación 19. Demora de control de todo el óvalo

$$d_{\text{óvalo}} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

Donde:

$d_{\text{óvalo}}$ = Demora de control de todo el óvalo (s/veh).

d_i = Demora de control en la entrada i (s/veh).

v_i = Tasa de flujo en la entrada i (veh/h).

Para ambos casos, el Nivel de Servicio se determinó usando la Tabla 2 y los valores obtenidos de la demora de control.

K. Colas del percentil 95 de cada carril

La cola del percentil 95 de un carril se calculó con la siguiente ecuación:

Ecuación 20. Cola del percentil 95 por carril

$$Q_{95} = 900T \left[x_i - 1 + \sqrt{(1 - x_i)^2 + \frac{\left(\frac{3,600}{c}\right) x_i}{150T}} \right] \times \left(\frac{c}{3,600}\right)$$

Donde:

Q_{95} = Cola del percentil 95 (veh).

x_i = Relación volumen-capacidad del carril i.

c_i = Capacidad del carril i (veh/h).

T = Periodo de tiempo en horas, ($T=1$ para un análisis de 1 hora, $T=0,25$ para 15 min).

Posteriormente con la información procesada, se ingresaron los elementos de entrada al software Vissim para la construcción del modelo, donde se tuvo en cuenta los fundamentos de la microsimulación descritos hasta este punto del proyecto. Además, se consideró los modelos de seguimiento vehicular y cambio de carril con los que trabajan en conjunto los softwares en cuestión. Por otro lado, el programa Vissim es capaz de representar la forma de actuar de los conductores ante situaciones específicas en el desarrollo del flujo vehicular. Adicionalmente, se puede mencionar que la distancia de seguridad que existe entre dos vehículos, para su interacción, se calculó empleando la Ecuación 5, en la cual intervinieron los parámetros del modelo de Wiedemann 74 propios de la zona de estudio (PTV AG, 2018).

Para realizar las evaluaciones en el modelo microscópico se determinó el número de semillas asignado. A partir de cada análisis de la microsimulación, se obtuvieron resultados generalmente cercanos a la media del total de corridas. No obstante, cada evaluación se diferenció una de otra. Por ello, para hacer válidos los resultados obtenidos, se analizó cuántas corridas serán necesarias (Fellendorf y Vortisch, 2010).

La distribución de resultados permitió un análisis estadístico para poder extrapolar lo obtenido de la muestra de la población, de acuerdo a un nivel de confiabilidad y un margen de error a través de la hipótesis nula.

Es así, que, para determinar la cantidad suficiente de número de corridas del modelo, se emplearon parámetros estadísticos como la media, la desviación estándar y un tipo de distribución. Donde la desviación estándar se calculó de la siguiente manera:

Ecuación 21. Desviación estándar muestral

$$S^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})}{N - 1}$$

Donde:

S = desviación estándar

X = resultado del parámetro de eficiencia en una corrida específica

\bar{x} = media del parámetro en todas las corridas

N = número de corridas

Según lo recomendado por la Federal Highway Administration (2004), la distribución empleada para determinar el número mínimo de corridas es la distribución T de Student:

Ecuación 22. N° mínimo de corridas

$$N = (t_{gd, \alpha/2} \times \frac{S}{e})^2$$

Donde:

N = número mínimo de corridas

$t_{(gdl, \alpha/2)}$ = Valor tabular T de Student

S = desviación estándar

e = margen de error

El siguiente proceso de análisis se ejecutó con un mínimo de 15 corridas. Luego, se continuó con la obtención de los parámetros estadísticos como la media, la desviación estándar, etc. Asimismo, se asignó un nivel de confiabilidad (95%) y un margen de error de 25 segundos. Establecidos estos detalles, se obtuvo el número mínimo de repeticiones mediante la Ecuación 22; donde si la cantidad de corridas superaba al mínimo sería suficiente para considerarse una muestra adecuada.

Estos valores, pasaron por el proceso de calibración para ajustar los parámetros del modelo en función de los datos reales, donde se optó por calibrar el tiempo de viaje y su verificación con la data de campo a través de un proceso iterativo que tuvo por finalidad asegurar que el modelo realizado refleje adecuadamente la situación real (a través de sus condiciones locales). Todo ello se comprobó bajo la aceptación estadística de la prueba de hipótesis, en su intervalo de confianza (ver Ecuación 23).

Hipótesis nula, si: $u_1 = u_2$

Para lo cual se tiene el siguiente intervalo de confianza:

Ecuación 23. Intervalo de confianza para la aceptación o rechazo de hipótesis nula

$$(X_1 - X_2) - t_{(gdl, \alpha/2)} \times \sqrt{\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right) \times \sqrt{Sp^2}} < (u_1 - u_2)$$

$$< (X_1 - X_2) + t_{(gdl, \alpha/2)} \times \sqrt{\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right) \times \sqrt{Sp^2}}$$

Donde:

$$Sp^2 = \frac{(N_1 - 1)s_1^2 + (N_2 - 1)s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

X_1 = Media muestral de campo

X_2 = Media muestral de Vissim

N_1 = Cantidad de datos considerados para la muestra de campo

N_2 = Cantidad de datos considerados para la muestra de Vissim

S_1 = Desviación estándar muestral de campo

S_2 = Desviación estándar muestral de Vissim

gdl = Grados de libertad ($N_1 + N_2 - 2$)

$t_{(gdl, \alpha/2)}$ = Valor tabular según Anexo N°8

Por otra parte, para validar el modelo, se ingresaron nuevos datos obtenidos bajo las condiciones locales y se comparó la semejanza entre los resultados del software y los resultados reales de campo.

Con la microsimulación de tráfico realizada, se evaluaron las operaciones de tráfico existentes a través de los indicadores de desempeño: longitud de cola, tiempo de demora y nivel de servicio. Estos valores se compararon con aquellos que resultaron teóricamente según la metodología HCM 2010, para tener una doble confiabilidad en nuestro modelo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se planteó una solución a la congestión vehicular del óvalo basado en la adaptación de la geometría a una turbo rotonda, donde se tuvieron en consideración los siguientes pasos según el manual práctico “Roundabouts - Application and Design” del Ministerio de Transportes de los Países Bajos (2009):

El criterio de selección se empleó conociendo el número de ramales de la zona de estudio, según lo obtenido en campo, calculando la capacidad máxima a emplear

dependiendo de la demanda vehicular, lo que permitió determinar el tipo de turbo rotonda a usar (ver Tabla 10).

Tabla 10

Tipos de turbo rotonda a elegir según capacidad

Tipo	Número de ramales	Capacidad (pcu/h)
Knee – Rótula	4	3500
	3	3300
Stretched knee – Rótula alargada	3	3800
	3	5500
Star - Estrella	4	Solución imposible dado que no se cumpliría el criterio de ceder el paso a máximo dos carriles paralelos de la calzada giratoria
	4	2800
Basic - Básica	3	3500
Spiral - Espiral	3	4000
Rotor	4	4500

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: Fortuijn, L. (2009). Turbo roundabouts: Design principles and safety performance.

Para determinar las dimensiones de los elementos de la turbo rotonda, se utilizaron los radios y medidas observadas en la Tabla 11, sugeridos por Fortuijn (2009) para turbo glorietas rotor básicas. La selección de una turbo glorietta de mayor o menor tamaño obedecerá a las velocidades deseadas en el punto, la circulación de vehículos pesados, los volúmenes vehiculares y la disponibilidad de espacio, entre otras limitaciones.

Tabla 11

Dimensiones de la turbo rotonda tipo rotor

Parámetro	Radios y medidas (m)		
		D<49.95m	D>55.35m
Radio interno de la isla central	R1	12.00	15.00
Radio externo, carril interno	R2	17.15	20.00
Radio interno, carril externo	R3	17.45	20.30
Radio externo, carril externo	R4	22.45	25.20
Ancho inicial, carril interno		5.30	5.15
Ancho final, carril interno		5.00	4.90
Ancho, carril externo		5.00	4.90
Diferencia entre el ancho de carril y el ancho entre líneas de demarcación			0.65
Ancho del separador de carriles			0.30
Distancia entre los puntos centrales para el traslado del carril interno		5.35	5.15
Distancia entre los puntos centrales para el traslado del carril externo		5.05	4.95
Diámetro inscrito mayor		49.95	55.35
Diámetro inscrito menor		45.18	50.64
Radio de entrada y radio de salida			10.00
Radio de entrada del separador de carril			12.00
Radio de giro del separador de carril			15.00
Sobrecancho remontable de la isla central (vehículos de más de 22m de largo)			5.00
Sobrecancho remontable en las esquinas de la intersección (giros derechos)			1.50-3.00
Ancho remontable de la plataforma (vehículos de más de 22m de largo)			5.00

Nota. Velocidad de paso de los vehículos livianos en la intersección (km/h) = 37-39.

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: Fortuijn, L. (2009). Turbo roundabouts: Design principles and safety performance.

Sin embargo, se tuvieron en consideración las medidas aplicables a rotondas estipuladas en el Manual de carreteras: DG-2018 del MTC (2018) según lo mostrado en Tabla 12.

Tabla 12

Criterio de diseño geométricos de rotondas

Descripción	Unidad	Magnitud	
Diámetro mínimo de la isla central	m	25	
Diámetro mínimo del círculo inscrito	m	50	
Relación W/L (Sección entrecruzamiento)		Entre 0.25 y 0.40	
Ancho sección entrecruzamiento (W)	m	Máximo 15	
Radio interior mínimo de los accesos	De entrada De salida	m m	30 40
Ángulo ideal de entrada		60°	
Ángulo ideal de salida		30°	

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Por otro lado, en la Tabla 13 se indican las velocidades de diseño recomendadas en rotondas para área urbanas.

Tabla 13

Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	835.2	495
	110	4.00	0.11	1108.9	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
130	4.00	0.08	1108.9	1110	

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

El criterio final a tener en cuenta fueron los valores de anchos de calzada en función al tipo de operación y composición del tránsito, según los tipos de vehículos y la proporción en que intervienen (ver Tabla 14).

- Caso I, predominan los vehículos ligeros (VL), considerando el paso eventual de camiones o Buses (VP)
- Caso II, la presencia de vehículos tipo VP es superior al 5% y no sobrepasa el 25% del tránsito total; los vehículos articulados (VA) circulan en muy baja proporción
- Caso III, los vehículos tipo VP con más del 25% del tránsito total y/o los vehículos articulados (VA), circulan normalmente por el ramal bajo consideración

Tabla 14
Ancho de calzada en ramales de giro

R (m)	Caso I			Caso II			Caso III		
	1 carril			1 carril			2 carriles		
	1 sentido			1 sentido			1 o 2		
	Sin adelantar			Con adelantar			Sin adelantar		
	Características del tránsito								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5.5	5.5	7.0	7.0	7.6	8.8	9.4	10.6	12.8
20	5.0	5.3	6.2	6.6	7.2	8.4	9.0	10.2	11.7
22.5	4.8	5.1	5.8	6.4	7.0	8.2	8.8	10.0	11.2
25	4.7	5.0	5.7	6.3	6.9	8.0	8.7	9.8	11.0
30	4.5	4.9	5.4	6.1	6.7	7.6	8.5	9.4	10.6
40	4.3	4.9	5.2	5.9	6.5	7.4	8.3	9.2	10.2
45	4.2	4.8	5.1	5.8	6.4	7.3	8.2	9.1	10.0
60	4.0	4.8	4.9	5.8	6.4	7.0	8.0	8.8	9.4
80	4.0	4.7	4.9	5.6	6.2	6.8	7.9	8.6	9.2
90	3.9	4.6	4.8	5.5	6.1	6.7	7.9	8.5	9.1
100	3.9	4.6	4.8	5.5	6.1	6.7	7.9	8.5	9.0
120	3.9	4.5	4.8	5.5	6.1	6.7	7.9	8.5	8.8
150	3.7	4.5	4.6	5.5	6.1	6.7	7.9	8.5	8.8
250	3.7	4.5	4.4	5.4	6.0	6.6	7.6	8.3	8.5

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Dado que la propuesta de turbo rotonda involucró una modificación geométrica total y operacional del óvalo, se repitió la operación de la simulación en Vissim para evaluar el comportamiento del congestiónamiento vehicular de acuerdo a los indicadores de desempeño. Finalmente, se realizó una comparación entre los valores inicialmente encontrados en relación a la congestión de la situación actual y los posteriores con la propuesta de solución.

2.6.1. Construcción del modelo

2.6.1.1. Selección de intersección de análisis

Esta investigación se basa en el estudio de áreas de la red vial con mayor congestiónamiento de la ciudad de Trujillo, realizado por el organismo público descentralizado “Transportes Metropolitanos de Trujillo (TMT)”. El cual muestra un listado de las vías con mayor conflicto vehicular dentro de la ciudad; así como, las velocidades de operación dentro de esas zonas y la calificación del nivel de congestión (ver Tabla 15).

Tabla 15
Calificación del nivel de congestión de las vías en la ciudad de Trujillo

Vías Metropolitanas	Tipo de vía	Velocidad catalogada como congestionada	Velocidad Actual (KPH)	Calificación
Av. La Marina	Arterial	<36 KPH	22.53	Poco Congestionada
Av. Mansiche	Arterial	<36 KPH	16.91	Congestionada
Av. Perú	Colectora	<36 KPH	15.7	Congestionada
Av. Víctor Larco	Arterial	<36 KPH	15.53	Congestionada
Av. América Norte	Arterial	<36 KPH	13.98	Congestionada
Av. América Sur	Arterial	<36 KPH	13.69	Congestionada
Av. España	Arterial	<36 KPH	12.03	Muy Congestionada
Av. Panamá	Colectora	<36 KPH	9.19	Muy Congestionada
Av. Vallejo	Arterial	<36 KPH	7.79	Muy Congestionada
Av. Vera Enríquez	Colectora	<36 KPH	7.71	Muy Congestionada

Nota. Las filas resaltadas indican el nivel de congestión de las vías de estudio.

Elaboración: Hernández y León.

Fuente: Transportes Metropolitanos de Trujillo. (2015). Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo.

De acuerdo a ello, y adicionalmente, a causa de la reciente necesidad de contar con un ovalo de rápida circulación a varias de las zonas más concurridas de la ciudad de Trujillo, se optó por la elección de la intersección formada por las avenidas: por el norte y sur, Av. América Sur; por el Este y Oeste, Av. Larco (ver Figura 28). Cabe mencionar, que se trata de una intersección tipo ovalo con el implemento de una ciclovía provisional, la cual no permite un libre desplazamiento en el ancho que queda disponible para vehículos. Asimismo, las vías cuentan con accesibilidad para la toma de datos relacionados a la geometría vial y estado actual de las señalizaciones y pavimento.



Figura 28. Intersección tipo ovalo de la Av. Larco y Av. América Sur
Fuente: OpenStreetMap. (2021).

2.6.1.2. Condiciones Geométricas

Se realizó una visita a campo para identificar las características de la geometría vial de las avenidas de acceso para una correcta modelación, y así representar al Óvalo Larco con el correcto número de carriles, ancho de calzadas, carriles, bermas y veredas o aceras (ver Figura 29 y Tabla 16).

Se pudo observar que los diámetros menor y mayor de la rotonda miden 45.4 m y 69.7 m respectivamente, asimismo, el número de carriles que presenta esta intersección es de 2 en la calzada circulatoria y tanto los accesos de entrada y salida están comprendidos de 2 carriles; sin embargo, tres accesos incluyen una ciclovía temporal con 1.80 m de ancho (incluyendo 30 cm de doble línea amarilla) a excepción del acceso número 4.

Cada número corresponde a una entrada y salida hacia el óvalo Larco, el número 1 y 3 representa a la entrada y salida al óvalo que viene de la avenida Larco desde centro histórico y Víctor Larco respectivamente, la número 2 corresponde a la entrada y salida que viene del Óvalo Papal, el número 4 es la vía que conectan a la avenida Húsares de Junín, y finalmente, el número 5 es el carril de circulación.



Figura 29. Codificación numérica de accesos tipo óvalo de la Av. Larco y Av. América Sur
Fuente: Google Earth. (2021).

Tabla 16

Dimensiones de los accesos del Óvalo Larco

Acceso	Entrada (m)	Salida (m)	Ancho de carril de entrada (m)	Ancho de carril de salida (m)
1	9.00	6.60	4.50	3.30
2	4.80	4.80	2.40	2.40
3	7.20	7.20	3.60	3.60
4	6.60	6.60	3.30	3.30
5	9.00	-	4.50	-
Ciclovía	1.80	-	-	-

2.6.1.3. Codificación de movimientos

En esta sección se identificaron los sentidos de circulación por cada acceso con el propósito de establecer una nomenclatura para los movimientos vehiculares, la cual estuvo compuesta por el sentido de ingreso de los ramales a la intersección: “N” para Norte, “S” para Sur, “E” para Este y “O” para Oeste, acompañado de la numeración de los movimientos realizados tal como se muestra en la Figura 30.

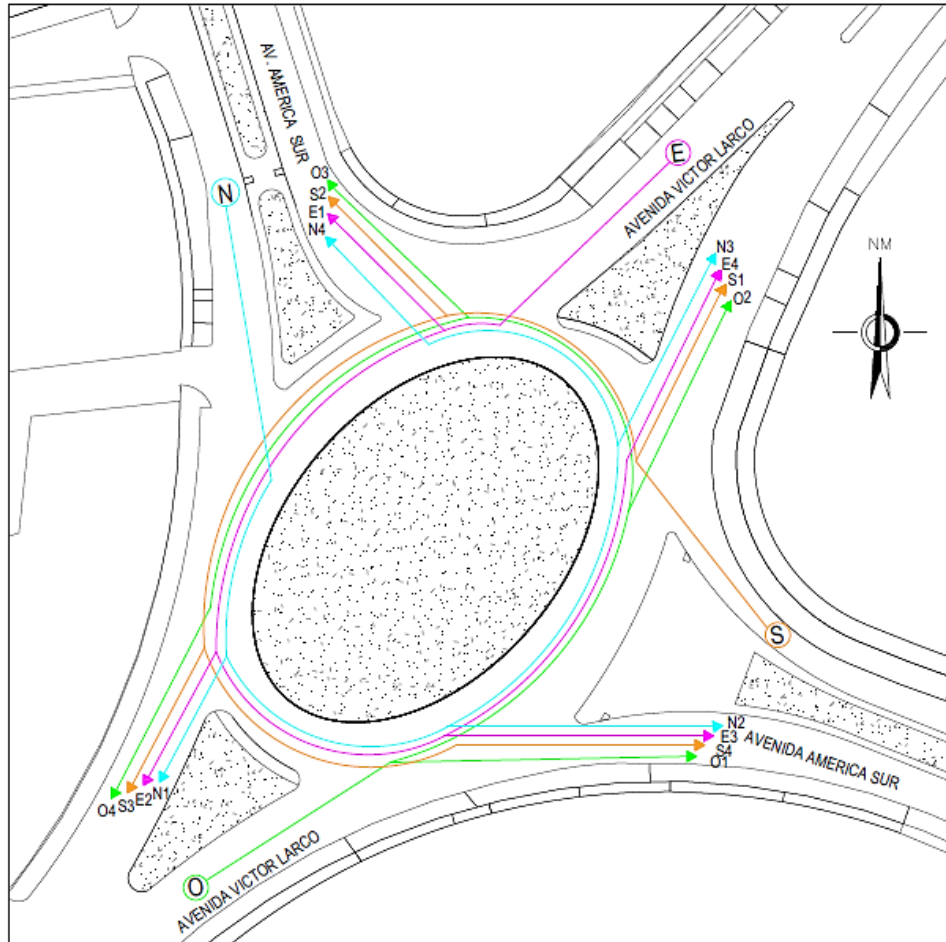


Figura 30. Codificación de movimientos en la intersección

2.6.1.4. Señalización vertical y horizontal

En la Tabla 17 y Figura 31 se muestran las características de las señales verticales presentes actualmente en el óvalo.

Tabla 17

Características de la señalización vertical

Señales	Cantidad	Observaciones
Paradero de autobuses	2	El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016) indica que se deben ubicar mínimo a 100m del ingreso y salida de la rotonda. No se cumple con ello.
Paradero prohibido	1	Escasa cantidad de señales. La única existente no es respetada.
Cruce de peatones	2	Escasa cantidad de señales.
Zona escolar	2	Escasa cantidad de señales.
Ciclovía	5	Algunas señales se están deteriorando.
Ceda el paso	2	Escasa cantidad de señales.

Velocidad máxima	5	Instalación adecuada según Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.
Resalto (giba)	1	No tiene buena visibilidad debido a las hojas de un árbol que la cubren. Falta una señal que indique la proximidad de una giba.



Figura 31. Estado actual de la señalización vertical

En la Tabla 18 se indica un resumen de la situación actual de la señalética horizontal; cabe mencionar, que las líneas de carril en la calzada de circulación del Óvalo Larco son líneas discontinuas a lo largo de todo el recorrido, sumado a la poca visibilidad con la que cuentan muchas de ellas; ha generado la invasión de carriles, puntos de conflicto y con ello, accidentes de tránsito. Una de las cámaras de videograbación del presente estudio logró captar el momento exacto de un choque de vehículos el día domingo en el turno de la noche (ver Figura 35).

Tabla 18

Características de la señalización horizontal

Señales	Ubicación	Observaciones
Líneas de carril	4 accesos y salidas del óvalo; calzada circulatoria	Se encuentran deterioradas, borrosas y se dificulta su visibilidad (ver Figura 32).
Líneas de pare	4 accesos al óvalo	
Líneas de cruce peatonal	4 accesos y salidas del óvalo	
Doble línea continua amarilla	4 accesos y salidas del óvalo; calzada circulatoria. Utilizada para separar el tránsito de vehículos motorizados con el de la ciclovía.	Se encuentra en mal estado. El MTC (2020) en su “Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado” señala que se debe contar con confinamientos que brinden seguridad a los ciclistas, los cuales son inexistentes en las vías de estudio; ello genera que la ciclovía sea invadida por vehículos motorizados (ver Figura 33).
Cruce ciclista	4 accesos y salidas del óvalo	Algunos cruces están comenzando a deteriorarse, por lo que su visibilidad irá disminuyendo (ver Figura 33).
Palabras y símbolos	4 accesos y salidas del óvalo; calzada circulatoria	Las flechas direccionales y el símbolo tipo para ciclovía están deteriorados, borrosos y se dificulta su visibilidad (ver Figura 33).
Restricción de estacionamiento	Bordes de acera	Se encuentran deteriorados debido a la falta de mantenimiento (ver Figura 34).



Figura 32. Líneas de carril, líneas de pare y paso de cebra en mal estado



Figura 33. Deterioro de flechas direccionales, cruce de ciclista e invasión de línea doble



Figura 34. Pintura deteriorada para la restricción de estacionamiento



Figura 35. Accidente vehicular en el óvalo

2.6.1.5. Estado de la infraestructura vial

En la Figura 36 se observa el deterioro de las tachas retrorreflectivas, donde el flujo vehicular a través de los años ha generado que algunas de ellas salgan del pavimento, a lo cual no se le ha dado mantenimiento. A su vez, las gibas existentes se encuentran en mal estado junto a grietas adyacentes, ocasionadas por la baja velocidad de vehículos pesados que han deformado la carpeta asfáltica (ver Figura 37). Así mismo, los huecos y grietas piel de cocodrilo han contribuido al aumento de demoras en los accesos a la intersección (ver Figura 38).

Cabe mencionar, que en las bermas centrales de la Av. Larco no se cuentan con rampas para el tránsito de discapacitados y gran parte del concreto del sardinel está roto.



Figura 36. Tachas retrorreflectivas deterioradas



Figura 37. Gibas rompemuelle en mal estado



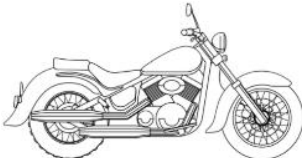
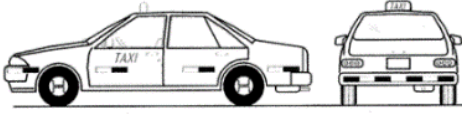


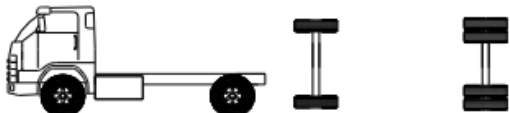

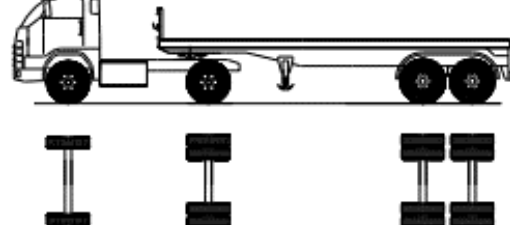
Figura 38. Fallas en el pavimento

2.6.1.6. Aforo vehicular

Se contó con data de aforos vehiculares realizados en cada una de las vías de acceso al óvalo según el tipo de vehículos detallados en la Tabla 19, en intervalos de 15 minutos durante 19 horas de 7 días consecutivos; así mismo, se calcularon los volúmenes horarios por día (ver Anexo N°5), con el propósito de determinar los volúmenes horarios de máxima demanda.

No se realizaron aforos peatonales, puesto que la cantidad de peatones que cruzan la rotonda es sumamente bajo, lo que genera que el tránsito vehicular no se vea afectado.

Tabla 19
Clasificación vehicular

Tipo de vehículo	Descripción	Descripción gráfica
Vehículos livianos	Bicicleta	
	Moto	
	Auto	
	Camioneta pick up	
	Camioneta rural	
Vehículos pesados	Microbús	
	Ómnibus	
	Camión de 2 ejes	
	Camión de 3 ejes a más	
	Tráiler	

En la Tabla 20 se muestra un resumen de los volúmenes horarios mixtos en la rotonda, donde se resaltaron los volúmenes horarios de máxima demanda en cada turno del día (mañana, tarde y noche). En base a lo cual, se identificó al jueves como el día más crítico de la semana, con un volumen de 5718 veh/h en el turno de la noche, cuya hora pico estuvo comprendida entre las 6:30 a 7:30 pm.

Tabla 20
Variación horaria y diaria del volumen de tránsito mixto en la rotonda

Hora	Intervalo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	(min)	00:15:00							
07:00	07:00	07:15	2703	2414	1888	2168	1979	1745	1081
	07:15	07:30	2854	2512	2140	2466	2289	1976	1184
	07:30	07:45	2961	2748	2413	2667	2624	2195	1275
	07:45	08:00	3243	3061	2798	2984	2995	2368	1330
08:00	08:00	08:15	3547	3305	3136	3233	3259	2628	1365
	08:15	08:30	3791	3478	3506	3430	3480	2811	1438
	08:30	08:45	3941	3643	3741	3630	3724	2995	1495
	08:45	09:00	3929	3743	3821	3617	3805	3151	1564
09:00	09:00	09:15	3814	3804	3865	3700	3867	3278	1632
	09:15	09:30	3832	3952	3839	3758	4035	3403	1686
	09:30	09:45	3915	4034	3925	3833	4051	3519	1729
	09:45	10:00	3989	4044	3971	3957	4168	3723	1841
10:00	10:00	10:15	4018	4138	4087	3979	4310	3859	1903
	10:15	10:30	4091	4245	4301	4107	4417	4087	1954
	10:30	10:45	4102	4334	4369	4145	4517	4332	2083
	10:45	11:00	4216	4425	4436	4141	4599	4427	2122
11:00	11:00	11:15	4371	4540	4460	4187	4589	4526	2308
	11:15	11:30	4442	4496	4419	4182	4441	4526	2418
	11:30	11:45	4566	4587	4538	4255	4510	4542	2492
	11:45	12:00	4565	4642	4567	4395	4473	4745	2579
12:00	12:00	12:15	4562	4622	4588	4483	4597	4908	2587
	12:15	12:30	4583	4699	4711	4518	4745	5009	2702
	12:30	12:45	4577	4655	4756	4608	4723	5151	2804
	12:45	13:00	4591	4641	4847	4583	4821	5148	2943
13:00	13:00	13:15	4576	4715	4979	4596	4853	5152	3014
	13:15	13:30	4578	4740	4965	4694	4911	5271	3090
	13:30	13:45	4553	4744	4879	4607	4949	5332	3123
	13:45	14:00	4560	4664	4791	4607	4883	5291	3079
14:00	14:00	14:15	4476	4477	4594	4523	4763	5228	3076
	14:15	14:30	4374	4367	4468	4362	4628	5071	2988
	14:30	14:45	4232	4217	4330	4315	4470	4788	2876
	14:45	15:00	4116	4216	4304	4209	4323	4610	2769
15:00	15:00	15:15	4142	4248	4310	4204	4297	4471	2697
	15:15	15:30	4182	4227	4304	4284	4378	4387	2646
	15:30	15:45	4290	4328	4385	4416	4420	4311	2580
	15:45	16:00	4369	4357	4429	4553	4529	4323	2575
16:00	16:00	16:15	4441	4460	4403	4676	4552	4370	2509
	16:15	16:30	4433	4571	4298	4722	4530	4405	2413
	16:30	16:45	4561	4599	4228	4754	4623	4507	2308
	16:45	17:00	4640	4701	4115	4847	4714	4569	2170

17:00	17:00 17:15	4757	4761	4115	5002	4814	4678	2113
	17:15 17:30	4967	4860	4176	5155	5003	4722	2085
	17:30 17:45	5047	5007	4140	5232	5191	4818	2052
	17:45 18:00	5143	5145	4105	5266	5343	4929	2025
18:00	18:00 18:15	5171	5239	4119	5245	5406	4974	2055
	18:15 18:30	5155	5287	4318	5300	5411	5095	2163
	18:30 18:45	5200	5297	4539	5454	5466	5195	2408
	18:45 19:00	5230	5321	4772	5588	5534	5287	2686
19:00	19:00 19:15	5236	5282	4962	5685	5658	5361	2828
	19:15 19:30	5262	5224	4983	5718	5709	5382	2932
	19:30 19:45	5241	5238	4933	5588	5683	5403	2921
	19:45 20:00	5139	5102	4839	5407	5511	5399	2880
20:00	20:00 20:15	5026	4971	4651	5135	5430	5336	2843
	20:15 20:30	4790	4815	4428	4853	5245	5301	2768
	20:30 20:45	4469	4560	4260	4580	5012	5204	2755
	20:45 21:00	4189	4275	4038	4338	4813	5006	2761
21:00	21:00 21:15	3898	3984	3793	4057	4448	4772	2618
	21:15 21:30	3623	3653	3509	3705	4150	4494	2485
	21:30 21:45	3313	3250	3195	3368	3779	4061	2280
	21:45 22:00	2993	2914	2885	3005	3497	3716	2082
22:00	22:00 22:15	2684	2566	2568	2749	3213	3397	1961
	22:15 22:30	2364	2213	2268	2491	2895	3074	1783
	22:30 22:45	2050	1941	1944	2332	2636	2883	1597
	22:45 23:00	1726	1634	1643	2061	2340	2594	1354

Nota. Los flujos resaltados son aquellos que resultaron máximos en el día que fueron analizados.

Posteriormente, se realizó el aforo vehicular direccional en la hora pico del día de máxima demanda, donde se detalló el aforo por cada movimiento vehicular en cada acceso (norte, sur, este y oeste) según la codificación de movimientos establecida en párrafos anteriores.

2.6.1.7. Elaboración del modelo microsimulador

Con los datos obtenidos en campo y los resultados obtenidos del proceso de la información en gabinete, se reunieron todos los elementos de entrada a Vissim para proceder con la construcción del modelo, cuyo proceso es detallado a continuación.

A. Imagen de fondo (background)

Para este estudio se trabajó con la versión PTV Vissim 2022, por lo cual no fue necesario emplear un “background”, dado que el programa contaba con un mapa georreferenciado de todo el mundo (vista aérea) y la geometría del óvalo se encontró actualizada (ver Figura 39).



Figura 39. Ubicación de zona de estudio en Vissim

B. Link y conectores

Las redes viales son representadas mediante links y conectores, por lo cual se utilizaron en la construcción de las vías de acceso y la vía circulatoria del óvalo. Para la elaboración de los links, se emplearon datos de entrada como el número de carriles, ancho de carriles, sentido de circulación, entre otros. Por otra parte,

los conectores sirvieron para unir un par de links, de tal manera que se genere una curva entre ellos y se adecue a la geometría vial del sistema; para su creación se especificó los carriles de unión y el número de puntos deseados para formar la curva. En la Figura 40 se muestra el cuadro de diálogo que aparece al crear un link, donde se ingresaron los datos anteriormente mencionados.

Cabe mencionar que en el modelo no se consideró la ciclovía temporal existente en la realidad, puesto que los conductores invaden continuamente el espacio destinado a esta.

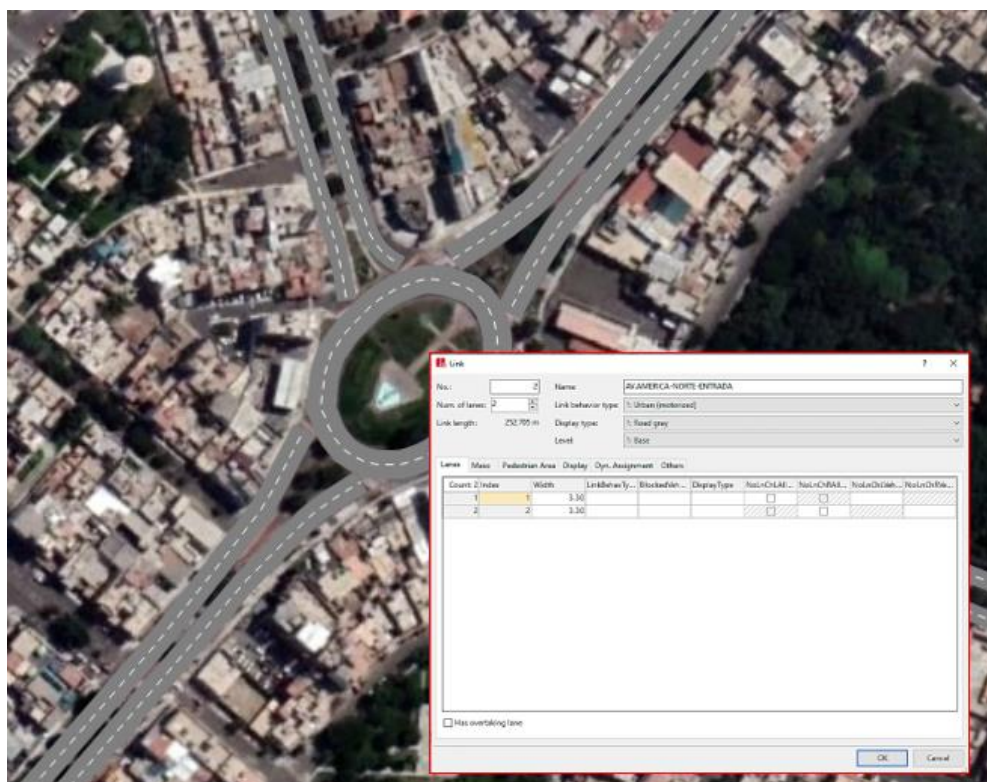


Figura 40. Cuadro de diálogo en la creación de un link

C. Composición vehicular

La composición vehicular obtenida en el análisis de la hora pico fue ingresada al software a través del comando “vehicle compositions”, donde se añadieron las clases de vehículos (ver Tabla 19), sus velocidades y flujos relativos. Según las pruebas de campo con el velocímetro, se determinó una velocidad media de 30

km/h para todos los vehículos; a excepción del tráiler, cuyo valor fluctuaba alrededor de los 20 km/h. En relación a los flujos relativos, estos representan la participación del tipo de vehículo en la composición, el cual puede estar expresado en veh/h o en porcentaje (ver Tabla 21). A continuación, en la Figura 41 se señalan los datos ingresados en el acceso Sur para la Av. América Sur.

Tabla 21

Composición vehicular para el óvalo de estudio en la hora de VHM del día crítico jueves

Tipos de vehículo	Velocidad deseada (km/h)	Av. América Sur	Av. América Sur	Av. Larco	Av. Larco
		Acceso Norte	Acceso Sur	Acceso Este	Acceso Oeste
Flujo relativo (veh/h)					
Bicicleta, moto	30	196	244	214	205
Auto	30	1072	997	938	837
Pick up	30	147	136	129	105
Combi	30	51	36	12	21
Microbús	30	74	63	17	84
Ómnibus	30	25	25	0	1
Camión	30	41	24	9	10
Tráiler	20	4	1	0	0

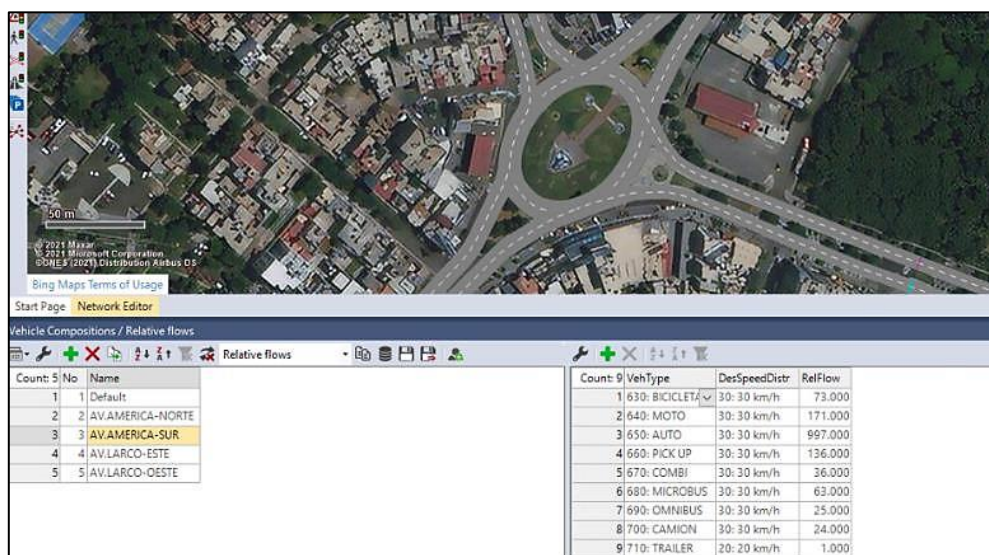


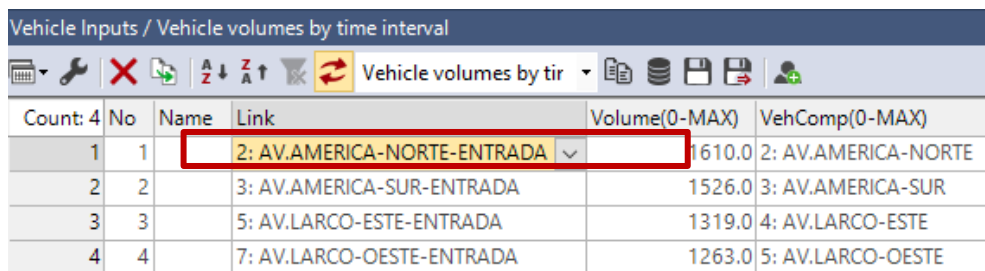
Figura 41. Composición vehicular en el acceso Sur para la Av. América Sur

D. Elementos de entrada

La composición vehicular obtenida en el análisis de la hora pico fue ingresada al software a través del comando “vehicle compositions”, donde se añadieron las Posterior a la recreación de la geometría y la composición de vehículos, se procedió a ingresar los datos correspondientes al volumen vehicular. Así mismo, se definieron las rutas de decisión, tiempos semafóricos, entre otros.

- **Entrada de Vehículos (Vehicle Inputs).**

Se ingresó el volumen vehicular mixto de la hora de máxima demanda para cada entrada del óvalo. A manera de ejemplo, en el acceso norte de la Av. América Sur, el volumen total fue de 1610 veh/h según el flujograma mostrado en la Figura 30. De manera similar, para completar el modelo se consideraron los datos del volumen vehicular de los tres accesos restantes (ver Figura 42).



Count	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1		2: AV.AMERICA-NORTE-ENTRADA	1610.0	2: AV.AMERICA-NORTE
2	2		3: AV.AMERICA-SUR-ENTRADA	1526.0	3: AV.AMERICA-SUR
3	3		5: AV.LARCO-ESTE-ENTRADA	1319.0	4: AV.LARCO-ESTE
4	4		7: AV.LARCO-OESTE-ENTRADA	1263.0	5: AV.LARCO-OESTE

Figura 42. Flujo vehicular ingresado para el acceso Norte de la Av. América Sur

- **Asignación de rutas (vehicles routes-static)**

En esta sección se distribuyó el flujo para las rutas de tránsito vehicular que tomaron los usuarios, los cuales se obtuvieron del flujograma direccional. En la Tabla 22 se muestra las rutas de decisión de la Av. América Sur Acceso Norte, y en la Figura 43 se muestra la asignación de rutas en el programa Vissim para la clase de vehículo 90 (auto) junto a los volúmenes vehiculares correspondientes (ver Anexo N°10). El mismo procedimiento se realizó para todas las clases de vehículos en cada acceso al óvalo.

Tabla 22
Asignación de rutas de decisión para el acceso Norte

Avenida	Ruta de decisión	Movimiento vehicular	Volumen
América Sur	Av. Larco - Oeste	N1	636
	Av. América Sur – Sur	N2	610
	Av. Larco - Este	N3	308
	Av. América Sur – Norte	N4	56

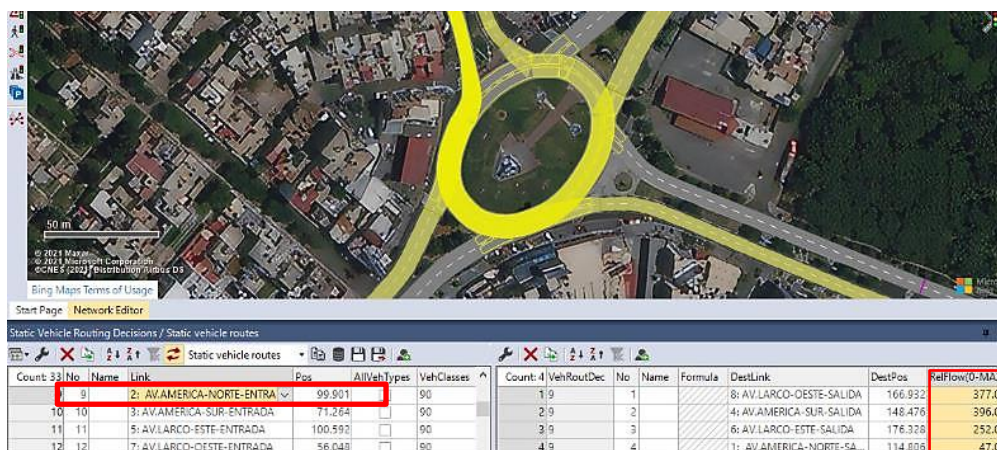


Figura 43. Rutas de decisión del automóvil en el acceso Norte de la Av. América Sur

E. Señales de control

Si bien el tránsito en el óvalo no es controlado por semáforos, a una cuadra de la salida de la Av. Larco acceso Oeste existe un semáforo que sí influye en el congestamiento vehicular en horas punta y genera una cola de vehículos que interrumpe el flujo en la calzada de circulación de la rotonda (ver Figura 44).

Por esta razón, se utilizó el comando “signal control” para crear el ciclo del semáforo de estudio; y posteriormente, este fue añadido al modelo a través de la opción “signal heads” en los lugares correspondientes. En la Figura 45 se muestra la programación ejecutada en Vissim.



Figura 44. Cola vehicular en la salida de la Av. Larco acceso Oeste

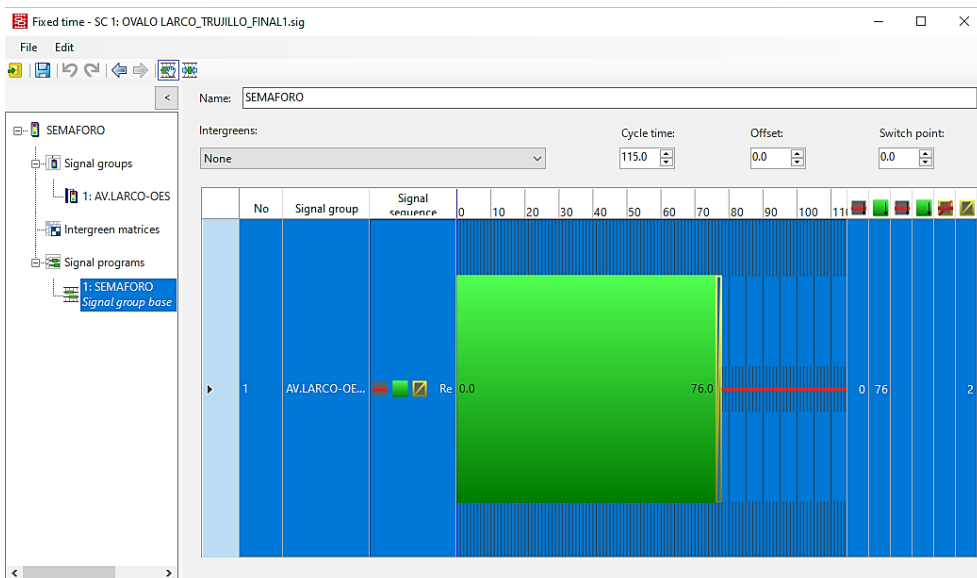


Figura 45. Programación del ciclo semafórico en Vissim

F. Reglas de prioridad

Para el uso de las reglas de prioridad en el sistema, existe la herramienta “conflict areas”, la cual identifica las áreas de conflicto o, en otras palabras, los cruces que se dan entre los movimientos vehiculares en los carriles de los accesos y los carriles de circulación de la rotonda. Mientras que, el comando de “priority rules” representa teóricamente a las señales de pare. Es así que, el uso de “conflic areas” resulta más sencillo en la organización del tránsito, por lo que se recomienda solo utilizar las “priority rules” en situaciones complicadas.

Puesto que en la realidad no existen señales de pare en las entradas al óvalo, se ha establecido la prioridad de los movimientos vehiculares empleando las “conflic areas” (ver Figura 46).

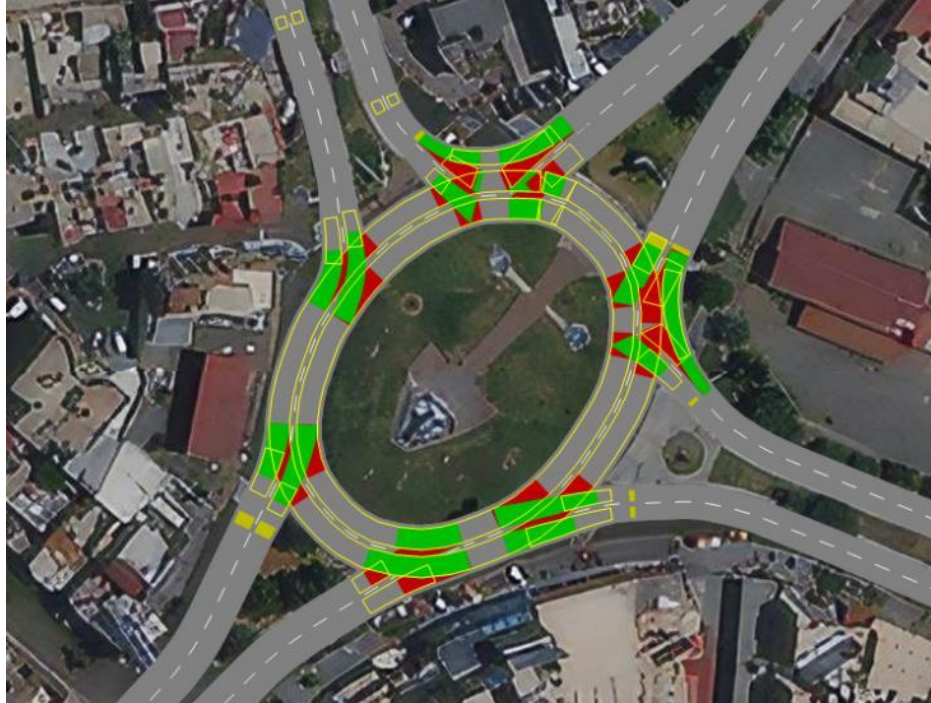


Figura 46. Áreas de conflicto mitigadas en la rotonda

G. Zona de reducción de velocidad (Reduce Speed Area)

En esta sección se considera bajo análisis las zonas donde se requiere reducir la velocidad, como es en el caso de curvas (giro izquierdo y derecho) y en la calzada de circulación de la rotonda, donde el velocímetro mostró una reducción a 20 km/h (ver Figura 47); y gibas rompemuelleres, en las que la velocidad bajó hasta 10 km/h.

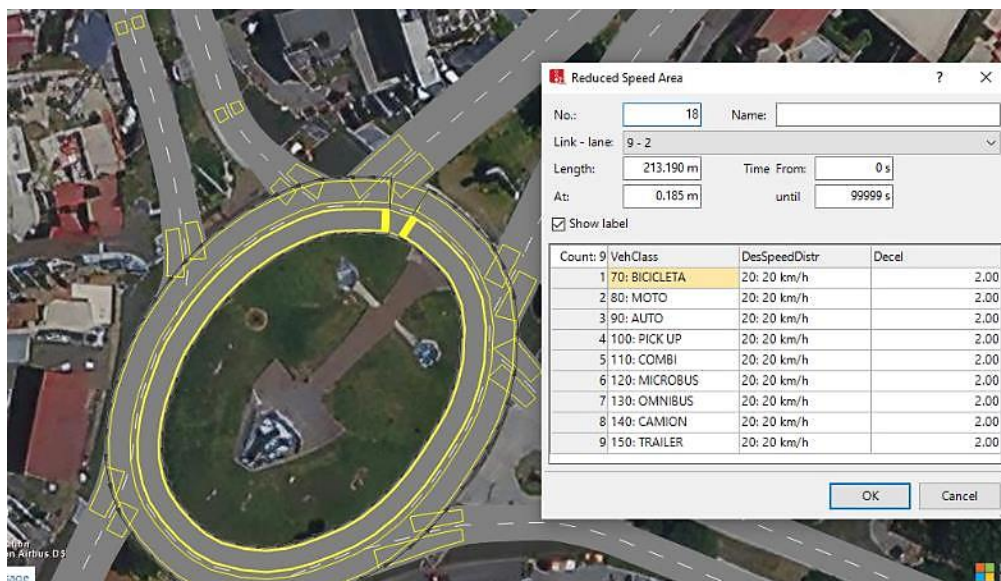


Figura 47. Zonas de reducción de velocidad en giros y gibas en el óvalo

2.6.2. Calibración y validación del modelo

Esta etapa de la simulación consistió en verificar si los datos de entrada fueron los correctos en un nivel microscópico, por ello, gracias a la empleabilidad del software Vissim para la microsimulación, se realizó la calibración mediante ajustes en los parámetros de Wiedemann 74. Durante este proceso, se encontró que las longitudes de cola la Av. Larco acceso Oeste y América Sur acceso Sur eran variables, eligiendo así, el tiempo de viaje como parámetro de eficiencia para ajustar el modelo en un intervalo de 64 m del acceso Este hacia el ovalo estudiado (ver Figura 48); dado que, se pudo grabar detenidamente esta ubicación con una de las filmadoras utilizadas.

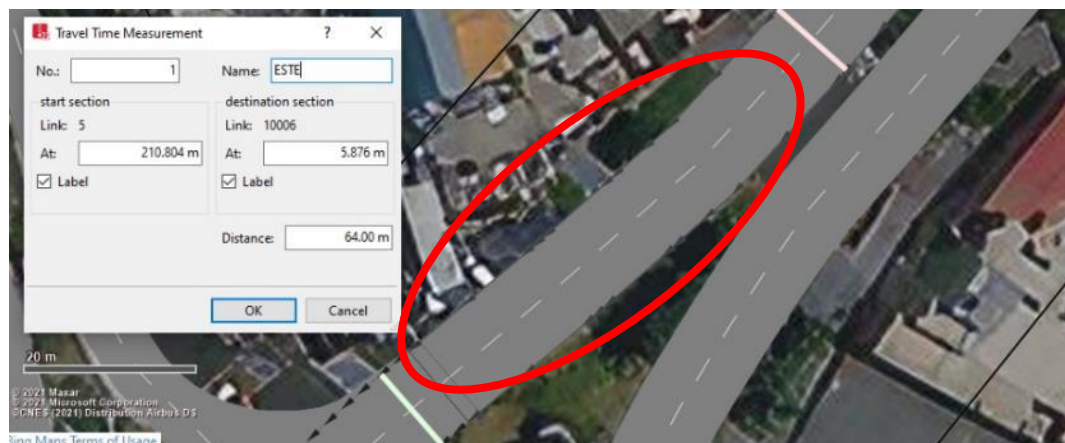


Figura 48. Longitud de análisis del tiempo de viaje para calibración y validación en el acceso Este

2.6.2.1. Calibración del modelo

En este proceso se requirió una cantidad mínima de vehículos para evaluar el tiempo de viaje en campo del tramo correspondiente al del modelo microsimulador (ver Ecuación 6), considerando así 361 unidades en el análisis del tiempo de viaje necesario para atravesar los 64 metros según las grabaciones. De esta manera, se obtuvo un tiempo de viaje promedio de 13.98 segundos y una desviación estándar de 0.56 segundos (Ver Tabla 23).

Tabla 23
Datos del seguimiento vehicular en campo

Nº Vehículos	Distancia (m)	Tiempo de viaje (s)	Velocidad (m/s)
1	64	13.98	16.48
2	64	12.98	17.75
3	64	14.43	15.97
4	64	14.14	16.29
5	64	13.99	16.47
...
357	64	14.74	15.63
358	64	14.38	16.02
359	64	14.56	15.82
360	64	14.73	15.64
361	64	13.04	17.67

Nota. Los valores completos de los 361 vehículos se pueden ver en el Anexo N°4

Asimismo, en un total de 4200 segundos se realizó la microsimulación, con la consideración, de que los primeros 600 segundos fueron parte del precalentamiento para tener condiciones reales a las de campo, donde el análisis real se realizó en los 3600 segundos siguientes.

El número de corridas de la microsimulación, por cada iteración, fue de 15 veces, lo cual, es aceptado como mínimo por FHWA (2004). En el primer intento de calibración se trabajó con los parámetros de Wiedemann 74, que arroja por defecto el software (2, 3 y 3); en los siguientes intentos, se cambiaron estos valores

hasta encontrar los valores de tiempo promedio y desviación estándar más aproximados a los de campo (ver Tabla 24).

Tabla 24
Parámetros de Wiedemann 74 para la calibración

Intento	Parámetros Wiedemann 74			Vissim	
	a_x	b_{x_add}	b_{x_mult}	Media	Desviación
1	2	3	3	11.71	0.59
2	1	2	2	9.38	0.28
3	1	2.5	2	12.40	0.41
4	1	3	2.5	14.42	0.66
5	1	2.25	3	12.86	0.47
6	1	3.25	3.25	14.20	0.31
7	1	3.5	3	14.48	0.52
8	1	2.5	3.5	13.84	0.62
9	1	3	3	14.54	0.27
10	1	4	3.5	14.61	0.41
11	1	2	4	13.53	0.32
12	1	2.5	4	13.39	0.29
13	1	3	4	13.66	0.64
14	1	4.5	3	14.71	0.39
15	1	4	4	13.28	0.45
16	1	4	5	13.22	0.37
17	1	5	4	13.96	0.48
18	1	4	4.25	13.62	0.30
19	1	4	4.75	13.98	0.58
20	1	5	5	14.13	0.68

Nota. Los valores resaltados, son los más aproximados a los datos obtenidos en campo.

Para el primer intento, no se validaron los parámetros usados ya que no se consideran admisibles bajo las condiciones de comportamiento vehicular en Perú, donde la distancia vehicular llega a ser mucho menor que 2 metros en condiciones de cola.

Es así, que se seleccionaron los resultados de los 2 intentos (17 y 19) con una media muestral más cercana a la obtenida en campo, que a primera impresión resultaron ser los adecuados. Sin embargo, se requirió verificarlos mediante un análisis estadístico (prueba de hipótesis) que cuentan con un nivel de

confiabilidad (95%) y el margen error permitido (25 segundos), según lo establecido en la Ecuación 23.

Sin embargo, previamente se comprobó si el número mínimo de corridas fue suficiente para cada intento seleccionado.

- **Intento 17 ($a_x=1$, $b_{xadd}=5$, $b_{xmult}=4$)**

Número mínimo de corridas: $N^\circ = (1.96 \times 0.48 / 0.25)^2 = 14.16$, por lo tanto 15 corridas son suficientes.

- **Intento 19 ($a_x=1$, $b_{xadd}=4$, $b_{xmult}=4.75$)**

Número mínimo de corridas: $N^\circ = (1.96 \times 0.58 / 0.25)^2 = 20.68$, por lo tanto 15 corridas no son suficientes.

Gracias a esto, luego de haber realizado el análisis para estas dos iteraciones se seleccionó el intento 17, ya que cumplió con lo requerido previamente.

En el Anexo N°11 se muestran los resultados del tiempo de viaje obtenidos en Vissim para el intento 17 por cada corrida, acompañado de la media y desviación estándar correspondiente.

2.6.2.2. Validación del modelo

Como etapa final de la microsimulación de tráfico, se validó lo realizado mediante un análisis de la simulación del proyecto con un nuevo conjunto de datos de entradas de campo, cuya obtención fue posible por la filmación realizada el día sábado en el turno de 18:45 pm a 19:45 pm.

De esta forma, se ingresó el nuevo registro de datos de campo y se verificó que los resultados obtenidos para el parámetro de eficiencia anteriormente usado (tiempo de viaje), sea lo más aproximado posible a lo obtenido en campo.

En la Figura 49 se presenta el nuevo flujograma obtenido del Óvalo Larco para la etapa de validación. Asimismo, en la Tabla 25 se muestra la nueva distribución de vehículos que se ingresaron en el modelo previamente construido.

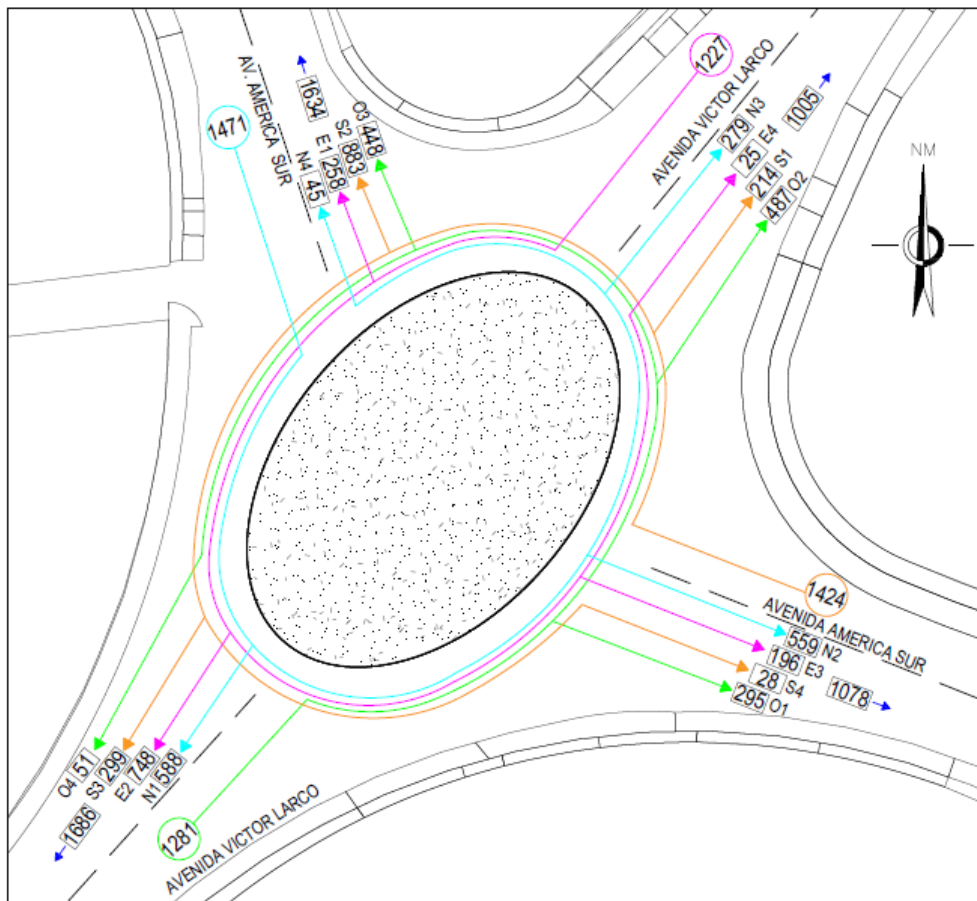


Figura 49. Flujograma del tráfico vehicular del día sábado en el turno 18:45 pm a 19:45 pm

Tabla 25

Distribución vehicular del día sábado en el turno 18:45 pm a 19:45 pm

Tipos de vehículos	Aforo				Total	%
	Norte	Sur	Este	Oeste		
Bicicleta, moto	200	203	192	172	767	14.2%
Auto	992	1017	923	850	3782	70.0%
Pick up	151	89	78	149	467	8.6%
Combi rural	24	25	11	15	75	1.4%
Microbús	74	58	18	88	238	4.4%
Ómnibus	15	15	0	0	30	0.6%
Camión	15	17	5	7	44	0.8%
Tráiler	0	0	0	0	0	0.0%
Total	1471	1424	1227	1281	5403	100.0%

En la Tabla 26 se presentan los resultados obtenidos para el tiempo de viaje a partir del nuevo registro de datos del campo, donde los números semillas evaluados fueron los mismos empleados en la calibración (15); pues se debieron evaluar bajo las mismas condiciones y parámetros 1, 5 y 4. De modo que, se realizó el mismo sistema de obtención de data de campo, con lo cual se obtuvo una media de 8.89 segundos y una desviación estándar de 0.74.

Tabla 26
Tiempos de viaje resultantes en Vissim para la validación

# Semilla	Tiempo de viaje (seg)
1	8.23
2	8.14
3	8.87
4	8.74
5	9.14
6	7.57
7	8.36
8	9.24
9	7.99
10	8.69
11	8.99
12	9.34
13	8.55
14	8.36
15	8.97
Media	8.61
Desviación	0.50

Donde se comprobó:

Número mínimo de corridas: $N^{\circ} = (1.96 \times 0.37 / 0.25)^2 = 15.37$; es decir, 15 corridas fueron suficientes.

Del mismo modo que los resultados obtenidos en la calibración, estos se verificaron mediante una prueba de hipótesis nula.

2.6.3. Indicadores de desempeño de la situación actual

2.6.3.1. Metodología del HCM 2010

Esta metodología fue estudiada en la presente investigación, por lo que, el presente acápite detalla la aplicación de la misma; para la cual, fue necesario obtener los datos mostrados en las Tablas 27 y 28 en la hora punta de 6:30 a 7:30 pm del día jueves, los que se usaron para calcular la capacidad de cada carril de entrada (Q_e) y el parámetro de eficiencia conocido como longitud de cola (Q_{95}):

Tabla 27

Volúmenes de tránsito y factor de hora pico en accesos Norte y Sur

Acceso	Norte				Sur			
Movimiento	N1	N2	N3	N4	S1	S2	S3	S4
Vi (veh/h)	636	610	308	56	235	951	325	15
PHF	0.92	0.97	0.80	0.93	0.82	0.95	0.94	0.75
vi (veh/h)	692	628	384	60	288	1004	344	20

Nota. Las nomenclaturas corresponden a las usadas en la figura 34.

Tabla 28

Volúmenes de tránsito y factor de hora pico en accesos Este y Oeste

Acceso	Este				Oeste			
Movimiento	E1	E2	E3	E4	O1	O2	O3	O4
Vi (veh/h)	281	808	214	16	294	480	440	49
PHF	0.90	0.91	0.91	0.80	0.88	0.90	0.91	0.82
vi (veh/h)	312	888	236	20	336	532	484	60

Nota. Las nomenclaturas corresponden a las usadas en la figura 34.

Siguiendo el procedimiento del acápite 2.6 una vez obtenida las tasas de flujo, se realizaron sus ajustes correspondientes por vehículos pesados, con el fin de obtener un flujo en unidades equivalentes de “automóviles pasajeros” en cada movimiento (ver Tablas 29 y 30).

Tabla 29

Ajuste de Flujos por Vehículo Pesado en accesos Norte y Sur

Acceso	Norte				Sur			
Movimiento	N1	N2	N3	N4	S1	S2	S3	S4
P_T (%)	0.94	5.08	2.27	1.79	0.85	2.00	1.23	0.00
f_{HV}	0.99	0.95	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	1.00
vi, pce (pc/h)	699	660	393	61	290	1024	348	20

Tabla 30

Ajuste de Flujos por Vehículo Pesado en accesos Este y Oeste

Acceso	Este				Oeste			
	E1	E2	E3	E4	O1	O2	O3	O4
P_T	1.07	0.50	0.93	0.00	0.68	1.04	0.68	0.00
f_{HV}	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00
$vi, pce (pc/h)$	315	892	238	20	338	538	487	60

Una vez calculadas las tasas de flujos ajustadas para todos los movimientos (ver Figura 50) el proceso se desarrolló en dos partes orientadas a obtener los valores necesarios para el grado de saturación (X_i).

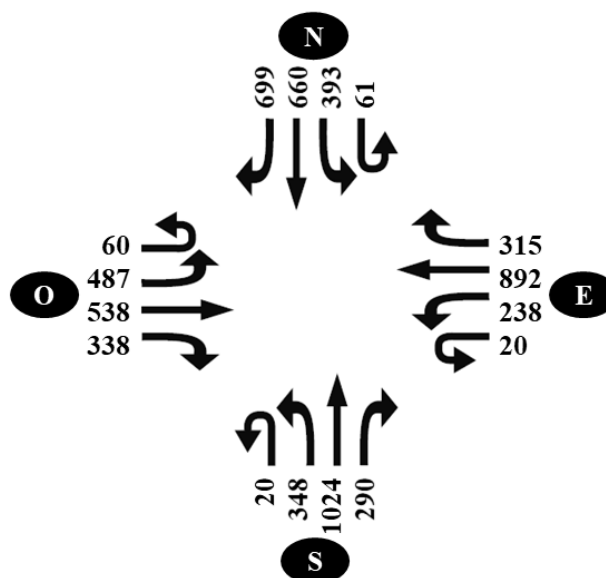


Figura 50. Tasas de flujos ajustadas de todos los movimientos

A. Determinar la capacidad de cada carril de entrada

En la Tabla 31 se procedió a calcular las de flujos de circulación de las 4 entradas, asumiendo un posible conflicto en cada una.

Tabla 31

Flujos de circulación por acceso

Tramo	Tasa de flujo de circulación (pc/h)	
Vc, NB, pce	$E2+E3+E4+S3+S4+O4$	1579
Vc, SB, pce	$E4+N3+N4+O2+O3+O4$	1559
Vc, EB, pce	$N4+O3+O4+S2+S3+S4$	2001
Vc, OB, pce	$N2+N3+N4+E3+E4+S4$	1392

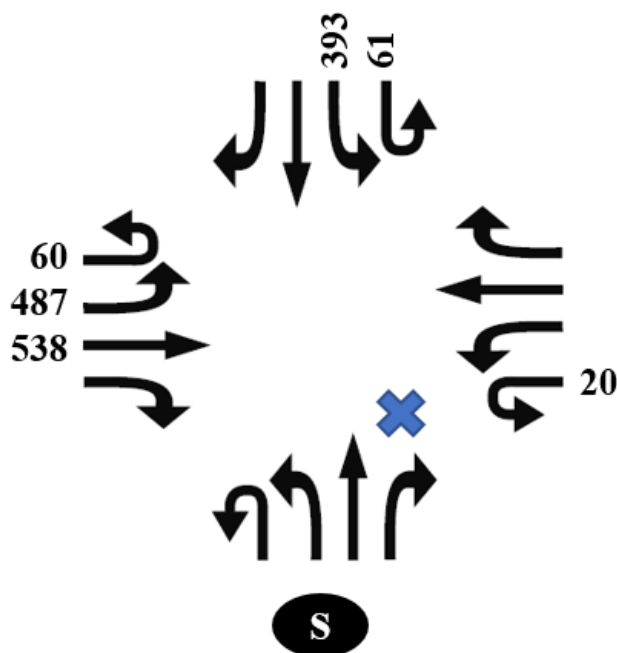


Figura 51. Ejemplo de flujos considerados para el flujo de circulación sur

Considerando que es una rotonda con dos carriles por acceso y dos carriles de circulación, los resultados obtenidos en relación a la capacidad se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32

Capacidad de cada carril por entrada

Carriles	Norte	Sur	Este	Oeste
Izquierdo (pc/h)	346	351	252	398
Derecho (pc/h)	374	380	279	427

B. Determinar la tasa de flujo de entrada por carril

En la Tabla 33 se señalan las configuraciones que se pueden presentar en cada entrada al óvalo.

Tabla 33

Porcentaje por carril asumido según su configuración

Configuración	% Carril Izq.	% Carril Der.
LT, LR	47%	53%
LTR, R	47%	53%
L, LTR	53%	47%

Al presentar, según campo, dos carriles multipropósito, se optó por una configuración LT, TR en todos los accesos; asumiendo así, los porcentajes correspondientes de la Tabla 30 y con ello, se determinaron las tasas de flujo de entrada por carril (ver Tablas 34 y 35).

Tabla 34
Flujo por carril de acceso Norte y Sur

Acceso	Norte				Sur				
	Movimiento	N1	N2	N3	N4	S1	S2	S3	S4
<i>vi, pce (pc/h)</i>	699	660	393	61	290	1024	348	20	
	1812				1683				
Carril Izquierdo (pc/h)	852				791				
Carril Derecho (pc/h)	699				892				

Tabla 35
Flujo por carril de acceso Este y Oeste

Acceso	Este				Oeste				
	Movimiento	E1	E2	E3	E4	O1	O2	O3	O4
<i>vi, pce (pc/h)</i>	315	892	238	20	338	538	487	60	
	1466				1423				
Carril Izquierdo (pc/h)	689				669				
Carril Derecho (pc/h)	777				754				

Dado que la presencia de peatones en el tránsito de los cruces de los accesos al óvalo es insignificante, se despreció la impedancia de los peatones hacia los vehículos. Pese a ello, se continuó con la conversión de las tasas de flujo y las capacidades de los carriles a la unidad de medida original “vehículos por hora” (ver Tabla 36).

Tabla 36
Flujos y capacidades en vehículos por hora

Carriles	Norte		Sur		Este		Oeste	
	Vi	Ci	Vi	Ci	Vi	Ci	Vi	Ci
Izquierdo (veh/h)	831	337	783	348	685	250	665	395
Derecho (veh/h)	682	365	883	376	772	277	750	424

Con estos datos, se calculó la relación volumen capacidad o también llamada grado de saturación para cada carril (ver Tabla 37).

Tabla 37
Relación Volumen-Capacidad por carril de cada acceso

Carriles	Norte	Sur	Este	Oeste
Izquierdo	2.46	2.25	2.73	1.68
Derecho	1.87	2.35	2.79	1.77

C. Determinar el nivel de servicio para cada carril

Finalmente, se obtuvo el valor de la demora de control promedio por carril, la cual sirvió para determinar el nivel de servicio por cada carril de acceso a la rotonda (ver Tablas 38 y 39), según lo manifestado en la Tabla 2.

Tabla 38
Demora y nivel de servicio por carril en los accesos Norte y Sur

Acceso	Norte		Sur	
Carriles	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
d (s/veh)	692	425	597	638
NDS	F	F	F	F

Tabla 39
Demora y nivel de servicio por carril en los accesos Este y Oeste

Entrada	Este		Oeste	
Carriles	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
d (s/veh)	822	843	822	843
NDS	F	F	F	F

2.6.3.2. Software Vissim

Previamente realizada la fase de calibración y validación del modelo en la hora de máxima demanda vehicular para el día crítico, el programa reportó los parámetros de efectividad de la rotonda bajo las condiciones actuales: longitud de

cola, tiempo de demora y nivel de servicio, los cuales son detallados en el Anexo N°12 y la sección III.



Figura 52. Proceso de microsimulación bajo condiciones actuales

2.6.4. Diseño geométrico de una turbo rotonda

Se propuso el diseño de una turbo rotonda tipo rotor establecido en el manual práctico “Roundabouts - Application and Design” del Ministerio de Transportes de los Países Bajos (2009), como propuesta de solución al elevado congestionamiento; debido a que puede albergar una capacidad teórica de 4500 pc/h, cuyo valor se asemejó más a los flujos vehiculares de demanda en el transcurso de la hora punta, con un estimado de 6384 pc/h.

2.6.4.1. Trazado de ejes turbo y elección de radios

Para el trazado del diseño geométrico de la turbo rotonda, se utilizó la extensión adicional TORUS del programa AutoCAD. Como se trata de un sistema tipo rotor, la implementación de esta glorieta no involucró cambios radicales en la geometría inicial, presentando así, tres carriles de entrada y dos carriles de salida. En la Figura 53 se presenta el trazado del bloque turbo rotor para el Óvalo Larco, con una la isla central de radio de 24.50 m, ancho de carril circulante de 5.00 m y separadores de carril de 0.30 m.

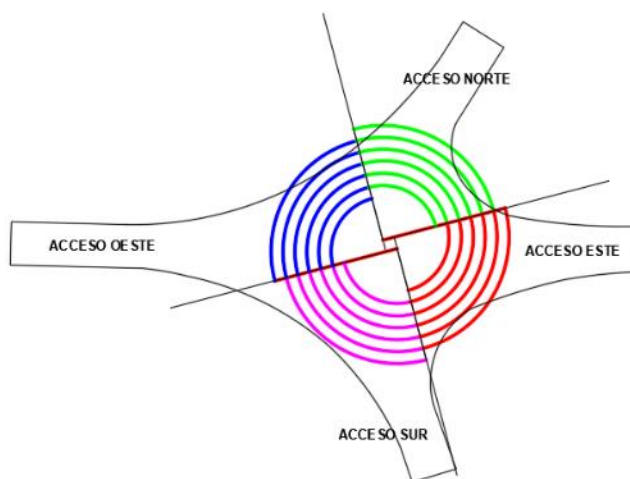


Figura 53. Trazado del bloque turbo rotor y sus ejes correspondientes

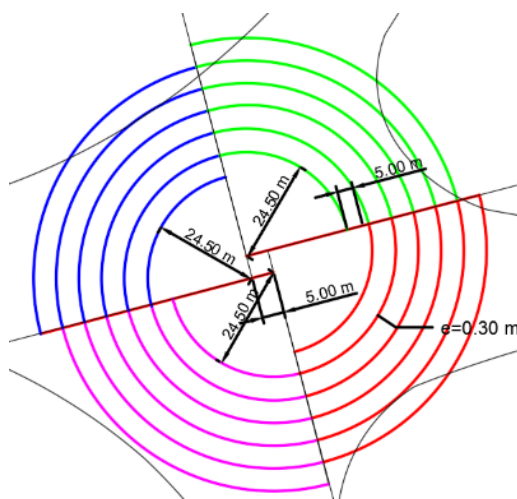


Figura 54. Diseño conceptual del bloque turbo rotor

2.6.4.2. Ajustes de dimensiones y orientación de accesos

En el programa se especificó la dirección de cada acceso a la rotonda, para que mantenga armonía geométrica con el área original. Asimismo, se ajustó cada radio de entrada (30 m) y salida (40 m) de los carriles, respetando lo establecido por el Manual de Carreteras: DG-2018 con respecto a los criterios de diseño geométrico para cada elemento de una rotonda, siempre y cuando mantenga relación con los lineamientos del manual práctico “Roundabouts - Application and Design” (ver Figuras 55 y 56).

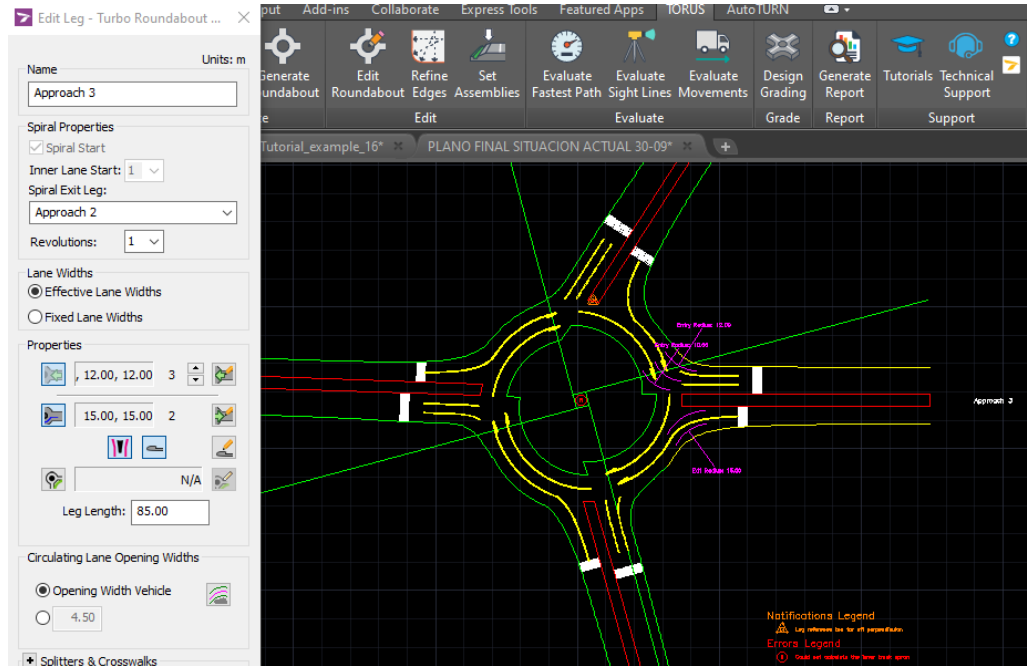


Figura 55. Construcción de accesos de turbo rotonda apoyado en el programa TORUS

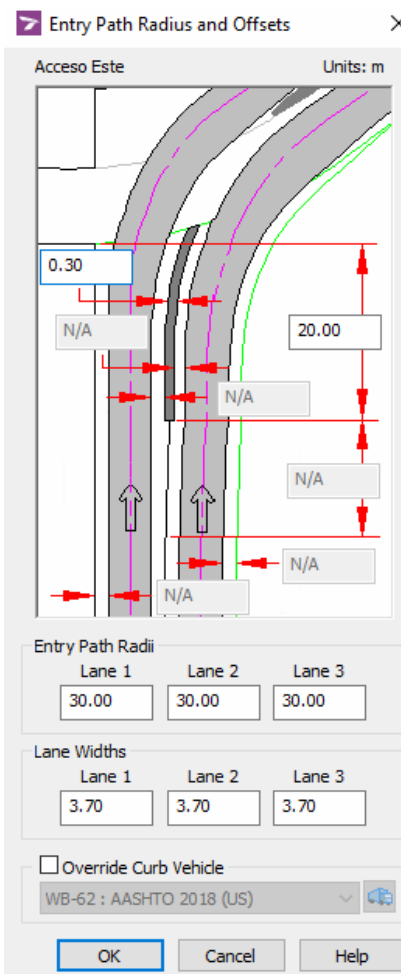


Figura 56. Parámetros de entrada al programa para las dimensiones de los carriles

2.6.4.3. Prueba de visibilidad y vehículo de diseño

Apoyado en el programa AutoTURN, se verificó que cada vehículo que ingrese a la rotonda, presente un rango de visibilidad a los elementos separadores y de seguridad adecuado, aproximadamente 30 metros, para evitar futuros accidentes (ver Figura 58). Además, para el vehículo de diseño se consideró el vehículo con mayor exigencia y el uso de las infraestructuras, con una velocidad de diseño según norma de 40 km/h y un peralte máximo del 4 % (ver Figura 57).

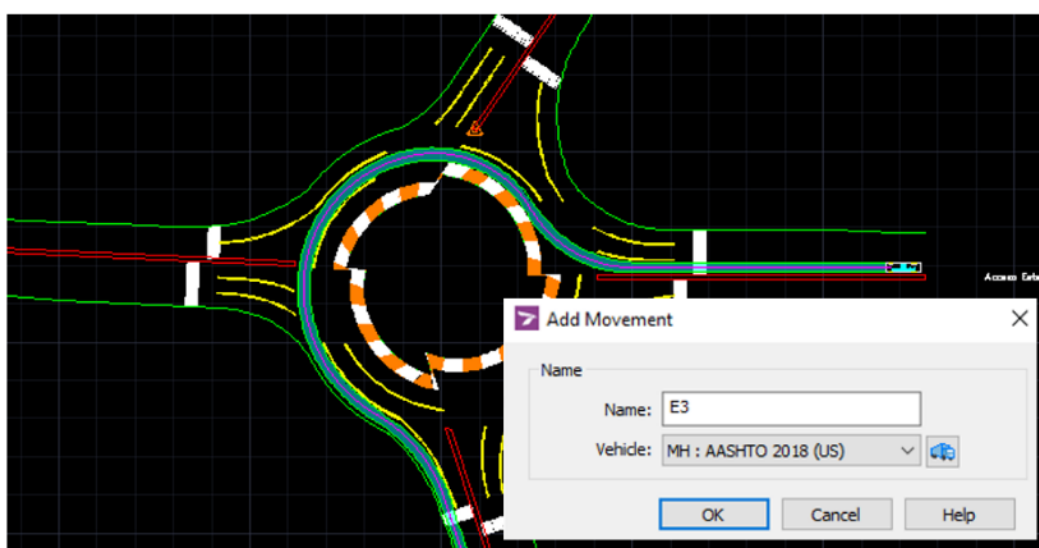


Figura 57. Prueba de movimiento E3 para verificar un correcto desplazamiento del vehículo de diseño

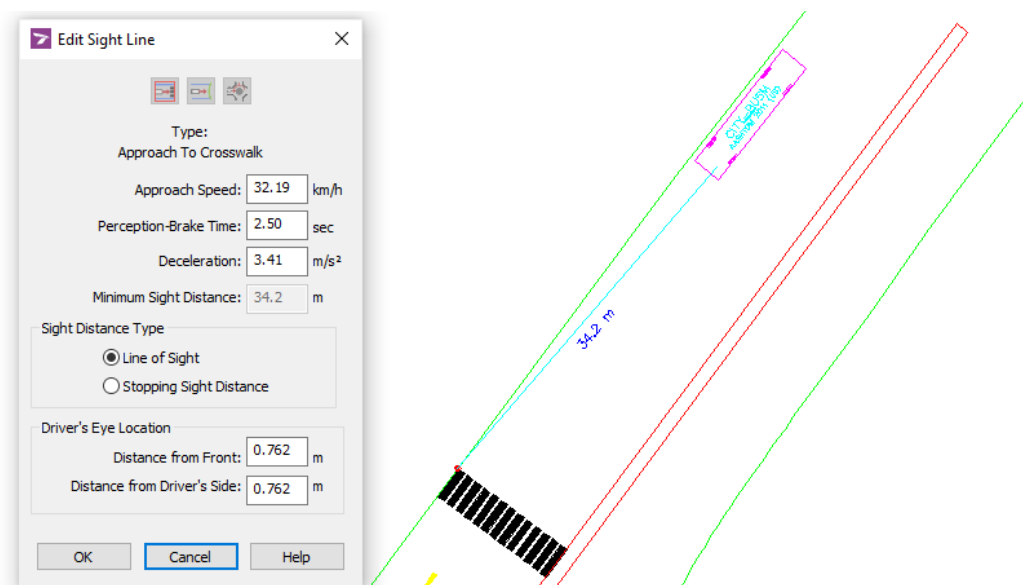


Figura 58. Prueba de visualización de la señalización en el acceso Norte

Producto de estos análisis, se logró determinar la ubicación de las canalizaciones y demás obras de demarcación que disminuirían significativamente la percepción de riesgo actual (colisiones); así como las velocidades, impidiendo entrecruzamientos no deseados y cambios de carril innecesarios.

2.6.5. Indicadores de desempeño en la turbo rotonda propuesta

En base al diseño geométrico de la turbo rotonda detallado en la sección anterior, se procedió a elaborar el modelo de microsimulación en Vissim (ver Figuras 59 y 60), con el propósito de determinar las condiciones de la operación del tráfico vehicular de la intersección de acuerdo al tiempo de demora, longitud de cola y el nivel de servicio (ver Anexo N°14).



Figura 59. Diseño en planta del modelo microsimulador de la turbo rotonda propuesta en Vissim



Figura 60. Vista en 3D del proceso de microsimulación de la turbo rotonda en Vissim

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Construcción del modelo

3.1.1. Geometría de la rotonda

En la Figura 61 se visualiza la representación geométrica en vista en planta del Óvalo Larco en la actualidad, y en la Figura 62 se muestran las secciones viales por acceso.

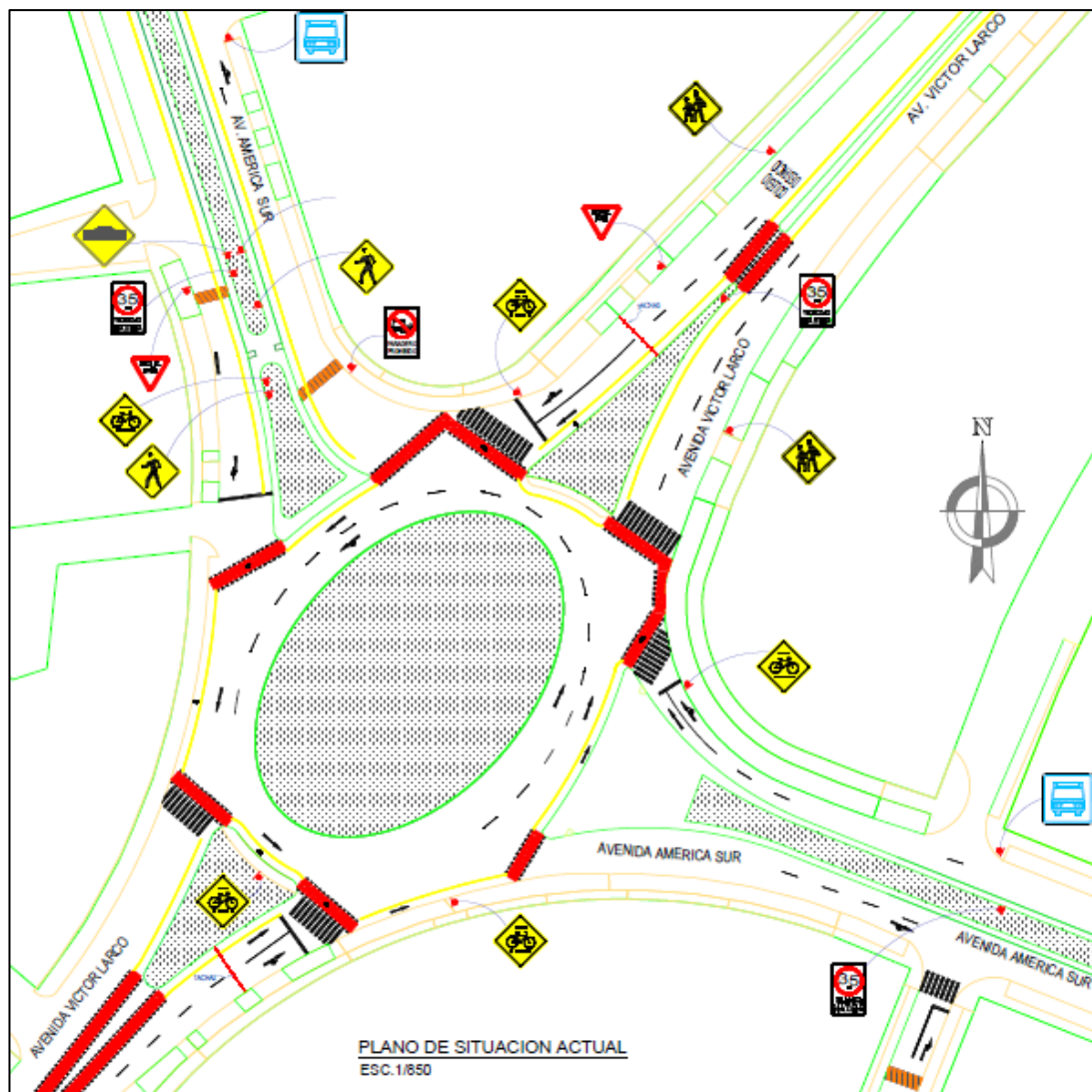


Figura 61. Geometría actual de la rotonda
Nota. Visualizar plano de situación actual en el Anexo N°9

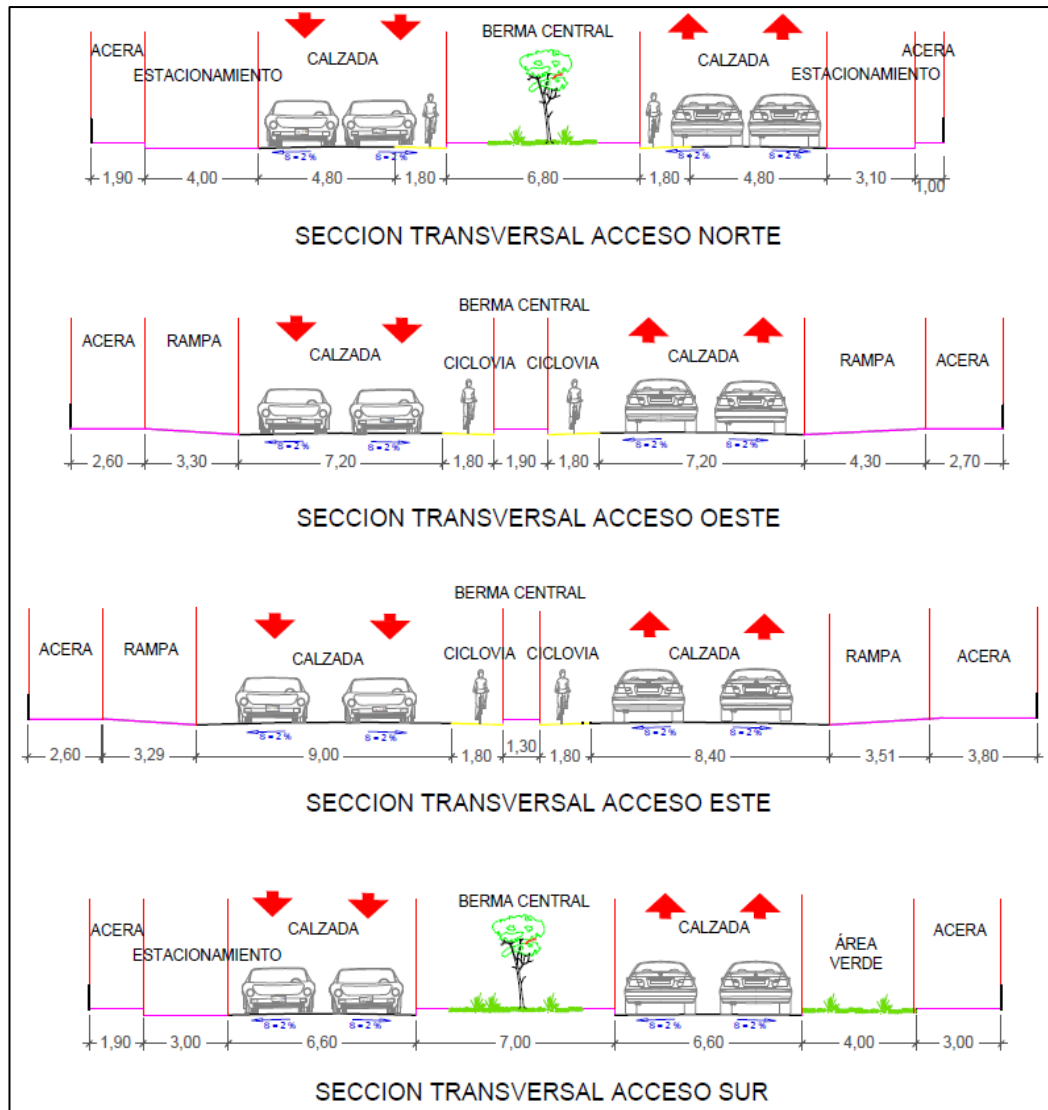


Figura 62. Secciones viales actuales del Ovalo Larco
Nota. Visualizar plano de situación actual en el Anexo N°9

A continuación, en la Figura 63 se presenta la variación del comportamiento del volumen vehicular mixto durante la semana de análisis.

3.1.2. Variación horaria del volumen vehicular mixto

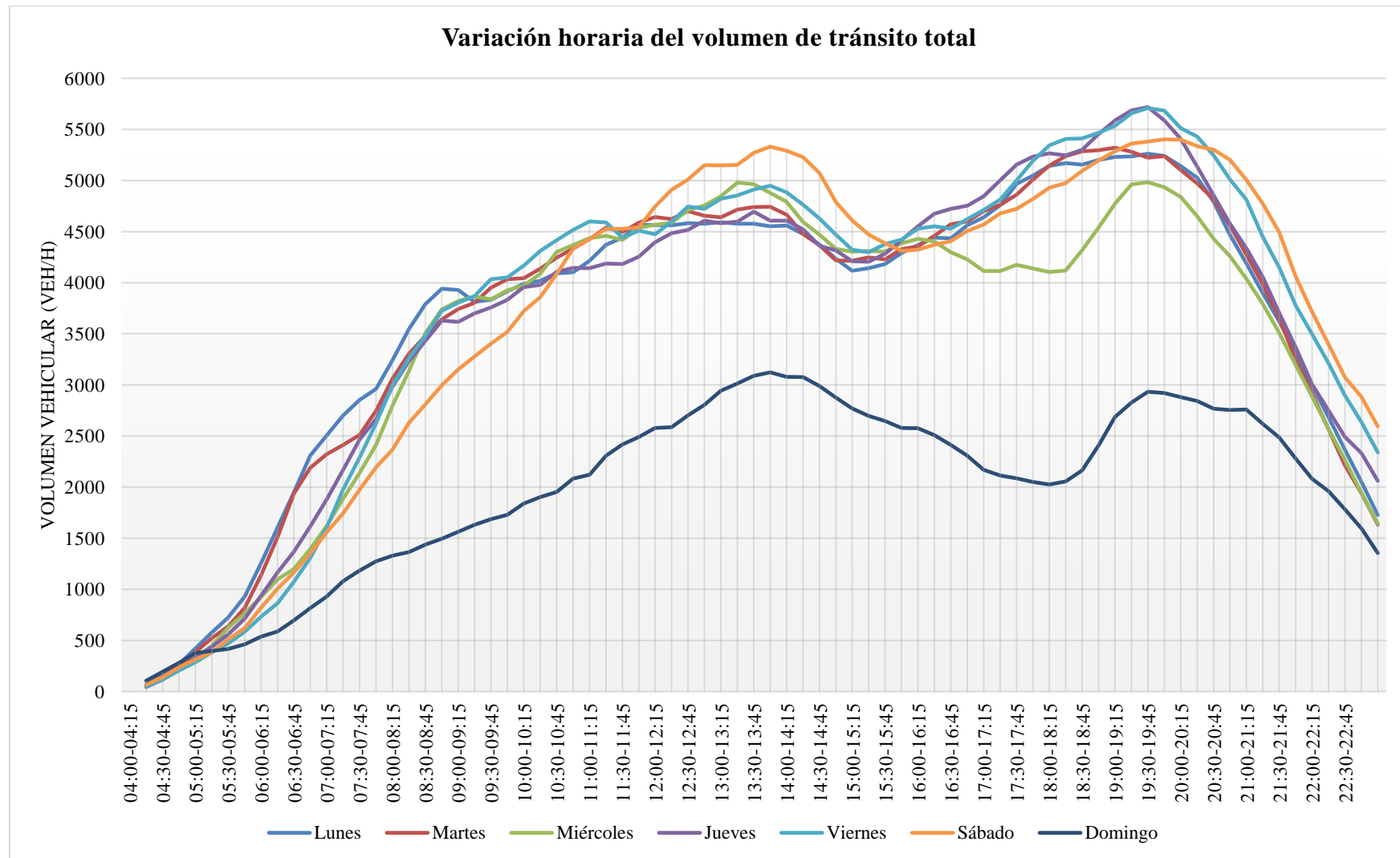


Figura 63. Variación horaria del volumen de tránsito total

3.1.3. Flujograma vehicular en la hora de máxima demanda

En la Figura 64 se observa el aforo vehicular direccional en la hora pico de 6:30 pm a 7:30 pm.

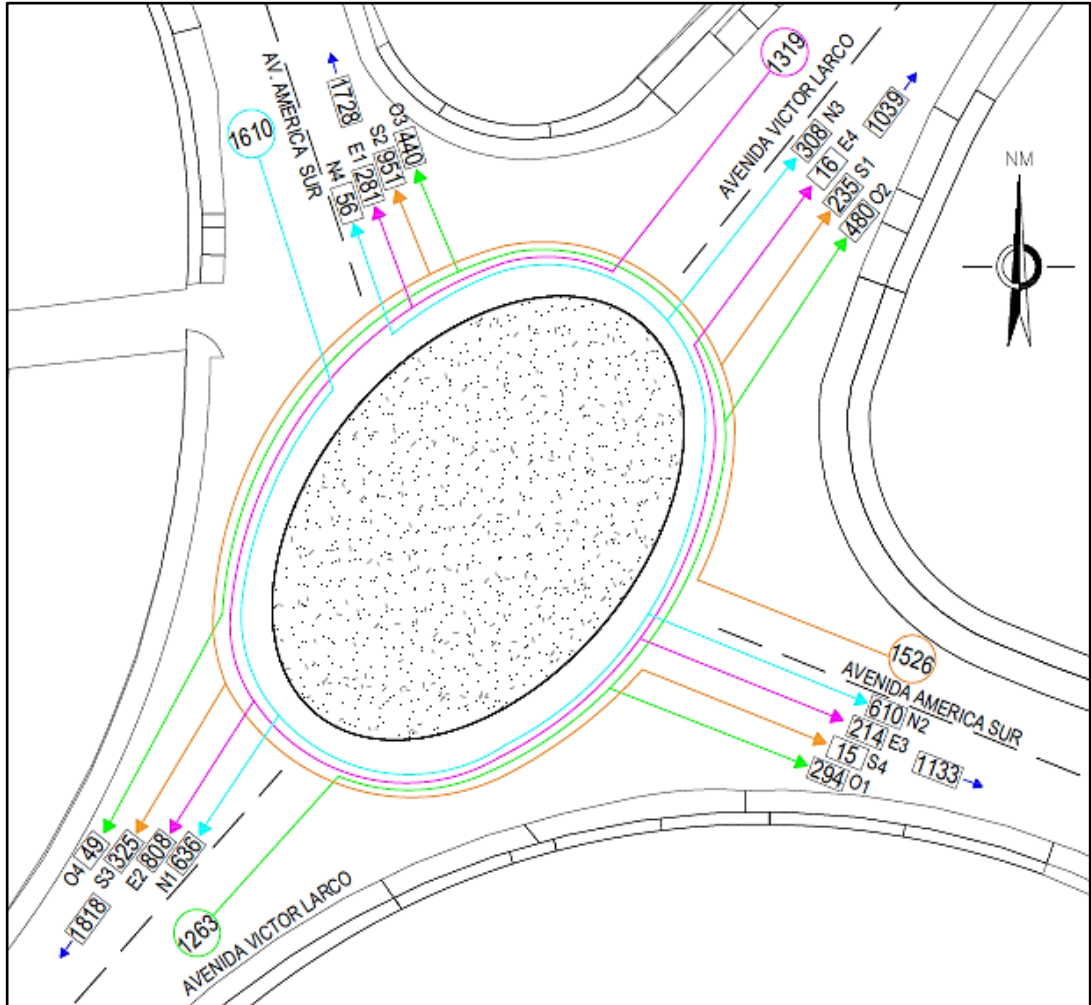


Figura 64. Flujograma de tráfico vehicular en la hora de máxima demanda del día crítico jueves
Nota. Visualizar ficha del flujograma vehicular en el Anexo N°10

3.1.4. Porcentaje del flujo vehicular en la hora de máxima demanda

En la Figura 65 se observa el porcentaje representativo vehicular por cada entrada al óvalo en la hora pico.

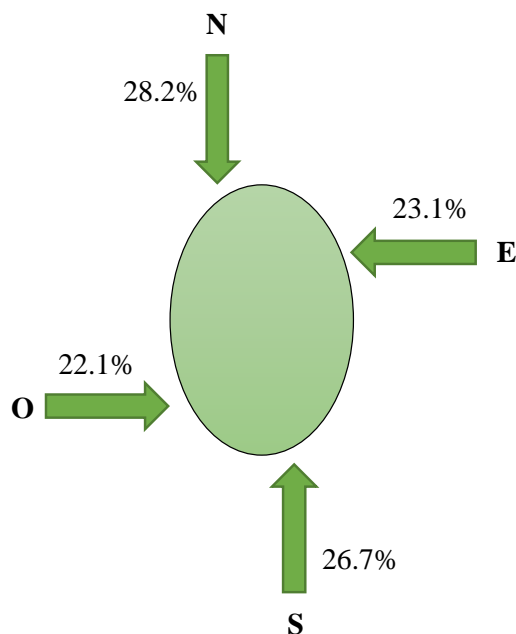


Figura 65. Porcentaje del flujo vehicular en los accesos dentro de la hora pico

3.1.5. Composición vehicular en la hora de máxima demanda

En la Tabla 40 se presenta el conteo detallado por tipo de vehículo en relación al acceso de entrada en el periodo que se produce el VHMD y en la Figura 66 su porcentaje representativo.

Tabla 40

Volumen de tránsito por tipo de vehículo en la hora pico del día crítico

Tipos de vehículo	Aforo				Total
	Norte	Sur	Este	Oeste	
Bicicleta, moto	196	244	214	205	859
Auto	1072	997	938	837	3844
Pick up	147	136	129	105	517
Combi rural	51	36	12	21	120
Microbús	74	63	17	84	238
Ómnibus	25	25	0	1	51
Camión	41	24	9	10	84
Tráiler	4	1	0	0	5
Total	1610	1526	1319	1263	5718

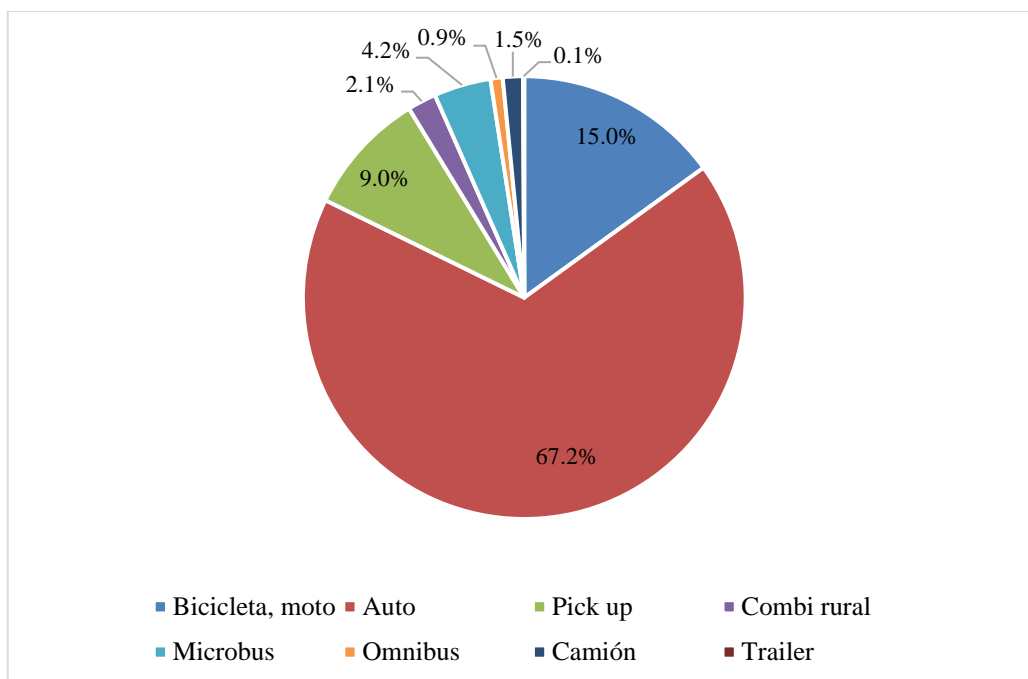


Figura 66. Composición vehicular en la hora pico

3.1.6. Análisis del flujo vehicular

En la Tabla 41 se muestra el proceso de análisis para determinar un posible congestiónamiento dentro de los periodos de 15 minutos de la hora pico.

Tabla 41

Análisis del flujo vehicular mixto en la hora de máxima demanda

Día	Turno	Hora	V: VHMD			$V \leq V_{15}$
			V_{15}	V_{15max}	como V_{15} (veh/15min)	
Jueves	Noche	18:30-18:45	1442			Posible problema de congestiónamiento
		18:45-19:00	1432	1442	1430	Posible problema de congestiónamiento
		19:00-19:15	1429			Flujo normal
		19:15-19:30	1415			Flujo normal

3.2. Calibración y validación del modelo

3.2.1. Prueba de hipótesis T de Student

En la Tabla 42 y 43 se observan los datos necesarios y el proceso realizado para determinar los rangos de aceptación de la prueba T de Student para la calibración del modelo, de la misma forma, en la Tabla 44 y 45 se señalan los mismos resultados para la validación.

Tabla 42
Parámetros estadísticos para la calibración en el intento 17

Parámetros Estadísticos	
a_x	1
b_{x_add}	5
b_{x_mult}	4
t_($\alpha/2$)	1.96
X₁	13.98
X₂	13.96
N₁	361
N₂	15
S₁	0.56
S₂	0.48
Margen de error	0.25
Nivel de confianza	0.95
gdl	374

Tabla 43

Resultados de la prueba de hipótesis T de Student para la calibración

Secuencia	Expresión	Valor numérico
1	$X_1 - X_2$	0.02
2	$N_1 - 1$	360
3	$N_2 - 1$	14
4	$N_1 + N_2$	376
5	S_1^2	0.314
6	S_2^2	0.230
7	$1/N_1$	0.003
8	$1/N_2$	0.07
9	$1/N_1 + 1/N_2$	0.07
10	$(N_1 - 1) S_1^2 + (N_2 - 1) S_2^2$	116.12
11	$(N_1 + N_2) - 2$	374
12	S_p^2	0.310
13	$\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}} * \sqrt{S_p^2}$	0.147
14	"13"* $T_{(\alpha/2)}$	0.288
15	Extremo negativo: "1"-"14"	-0.268
16	Extremo positivo: "1"+"14"	0.308

Tabla 44

Parámetros estadísticos para la validación

Parámetros Estadísticos	
a_x	1
b_{x_add}	5
b_{x_mult}	4
T_(α/2)	1.96
X₁	8.89
X₂	8.61
N₁	361
N₂	15
S₁	0.74
S₂	0.5

Margen de error	0.25
Nivel de confianza	0.95
gdl	374

Tabla 45

Resultados de la prueba de hipótesis T de Student para la validación

Secuencia	Expresión	Valor numérico
1	$X_1 - X_2$	0.28
2	$N_1 - 1$	360
3	$N_2 - 1$	14
4	$N_1 + N_2$	376
5	S_1^2	0.548
6	S_2^2	0.250
7	$1/N_1$	0.003
8	$1/N_2$	0.07
9	$1/N_1 + 1/N_2$	0.07
10	$(N_1 - 1) S_1^2 + (N_2 - 1) S_2^2$	200.64
11	$(N_1 + N_2) - 2$	374
12	S_p^2	0.536
13	$\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}} * \sqrt{S_p^2}$	0.193
14	"13"* $T_{(\alpha/2)}$	0.378
15	Extremo negativo: "1"-"14"	-0.098
16	Extremo positivo: "1"+"14"	0.658

3.3. Indicadores de desempeño de la situación actual

En la Figura 67 y 68 se presentan los resultados obtenidos mediante la metodología HCM 2010 y la microsimulación en Vissim para los valores de longitud de cola y tiempo de demora, los cuales se resumen en la Tabla 46 con la finalidad de comparar los niveles de servicio resultantes en ambos casos.

3.3.1. Longitud de cola

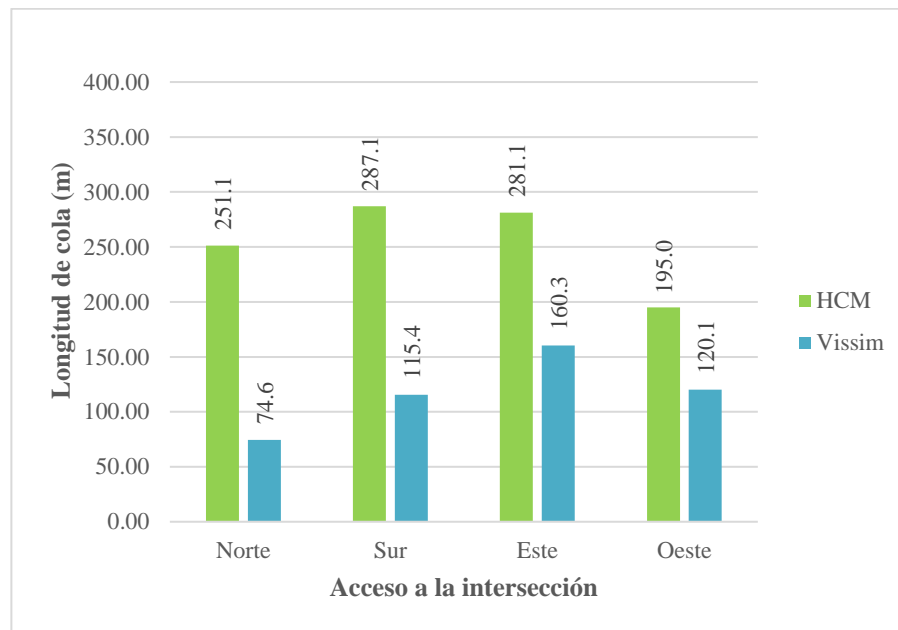


Figura 67. Longitud de cola actual por acceso HCM vs. Vissim

3.3.2. Tiempo de demora

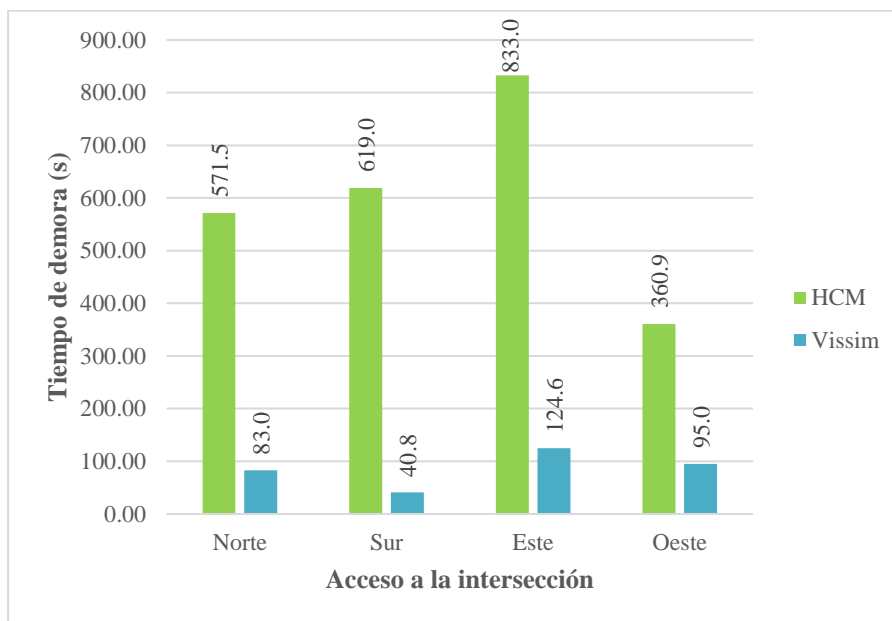


Figura 68. Tiempo de demora actual por acceso HCM vs. Vissim

3.3.3. Nivel de Servicio

Tabla 46

Resumen de indicadores de desempeño según la metodología HCM y Vissim

Acceso	Metodología HCM			Vissim		
	Long. de Cola (m)	Tiempo demora (s)	NDS	Long. de Cola (m)	Tiempo demora (s)	NDS
Norte	251.11	571.51	F	74.57	83.02	F
Sur	287.14	618.96	F	115.45	40.76	E
Este	281.13	833.02	F	160.31	124.59	F
Oeste	194.99	360.86	F	120.05	95.01	F

3.4. Diseño geométrico de una turbo rotonda propuesta

3.4.1. Geometría de la turbo rotonda

En la Figura 69 se grafica la geometría propuesta con la incorporación de una turbo rotonda tipo rotor en el ovalo de estudio.

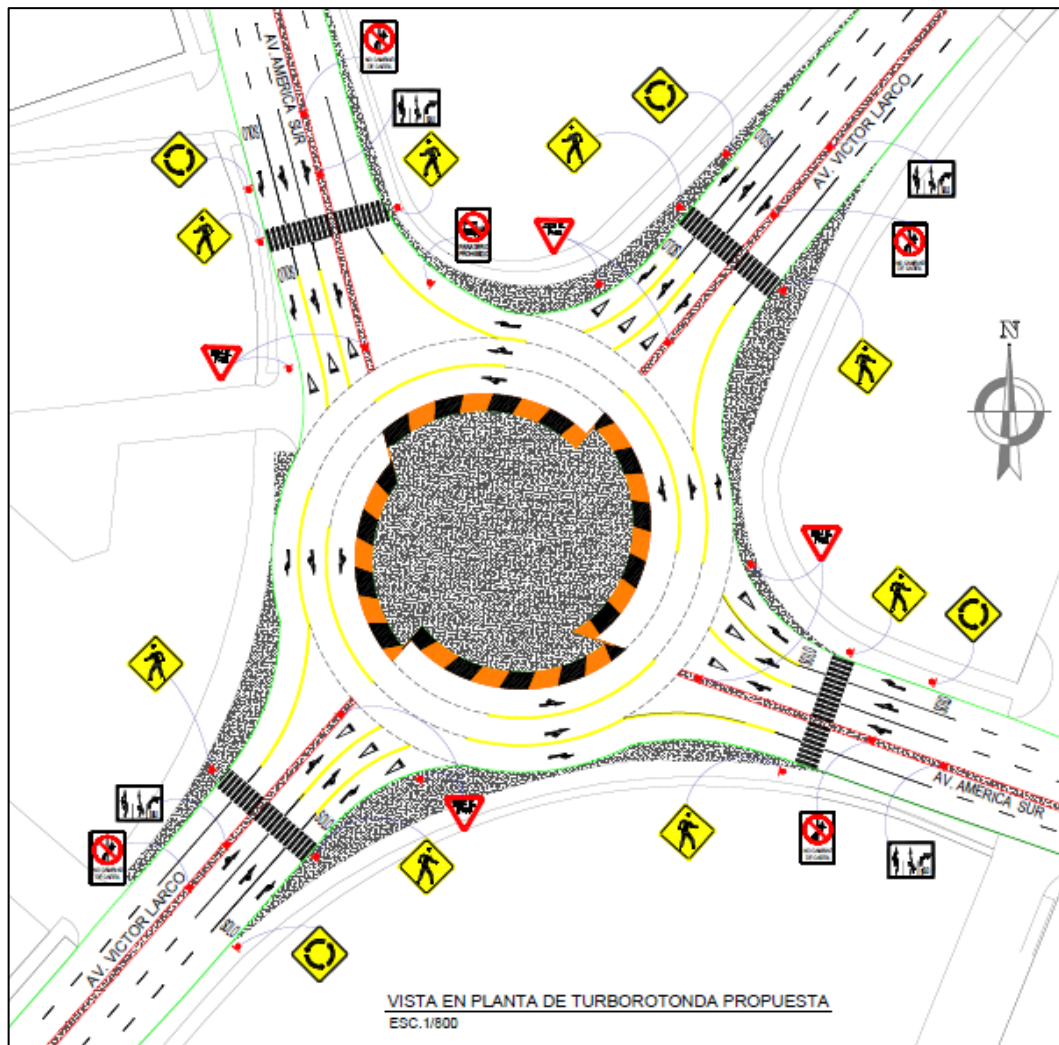


Figura 69. Geometría de la turbo rotonda propuesta
Nota. Visualizar plano de la turbo rotonda en el Anexo N°13

3.5. Indicadores de desempeño en la turbo rotonda propuesta

3.5.1. Longitud de cola

En la Figura 70 se visualiza la comparación de las longitudes de cola en la situación actual con respecto a la aplicación de la turbo rotonda propuesta, y en la Tabla 47 se indica el porcentaje de diferencia entre ellas.

Tabla 47

Comparación de longitudes de cola en la situación actual vs. turbo rotonda

Acceso	Situación actual (m)	Turbo rotonda	
		Long. Cola (m)	% Diferencia
Norte	74.57	29.35	-60.64%
Sur	115.45	20.97	-81.84%
Este	160.31	47.28	-70.51%
Oeste	120.05	12.52	-89.57%

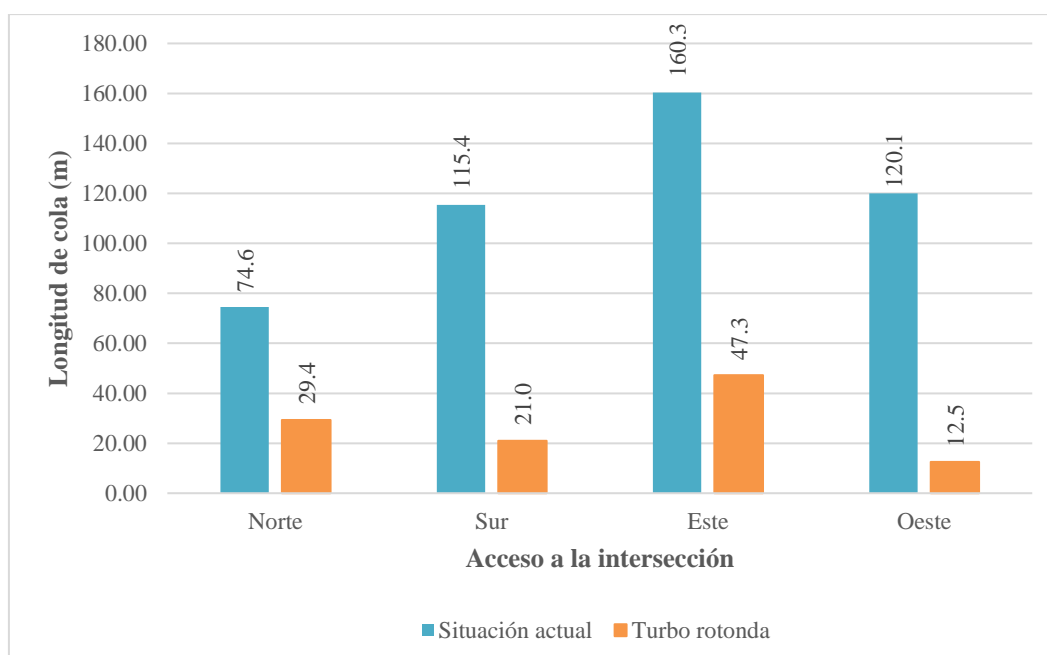


Figura 70. Evaluación comparativa de longitudes de cola

3.5.2. Tiempo de demora

En la Figura 71 se muestra la comparación de los tiempos de demora en la situación actual con respecto a la aplicación de la turbo rotonda propuesta, y en la Tabla 48 se indica el porcentaje de diferencia entre ellos.

Tabla 48

Comparación de tiempos de demora en la situación actual vs. turbo rotonda

Acceso	Situación actual (s)	Turbo rotonda	
		Demora (s)	% Diferencia
Norte	83.02	32.81	-60.48%
Sur	40.76	23.50	-42.36%
Este	124.59	89.40	-28.24%
Oeste	95.01	14.60	-84.63%

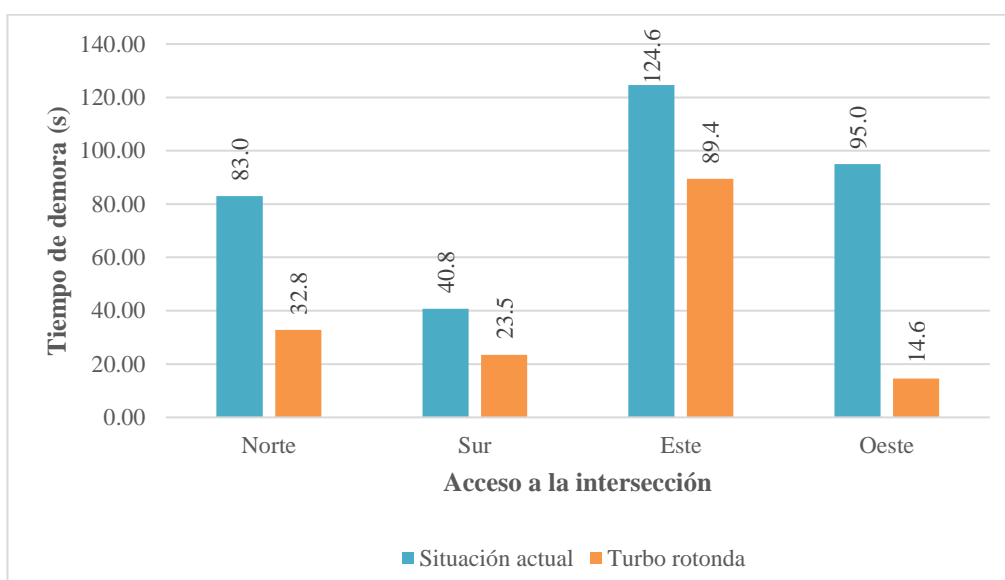


Figura 71. Evaluación comparativa de tiempos de demora

3.5.3. Nivel de Servicio

En la Figura 72 se representa la variación que sufre el nivel de servicio en cada acceso con la alternativa planteada con respecto a las condiciones actuales.

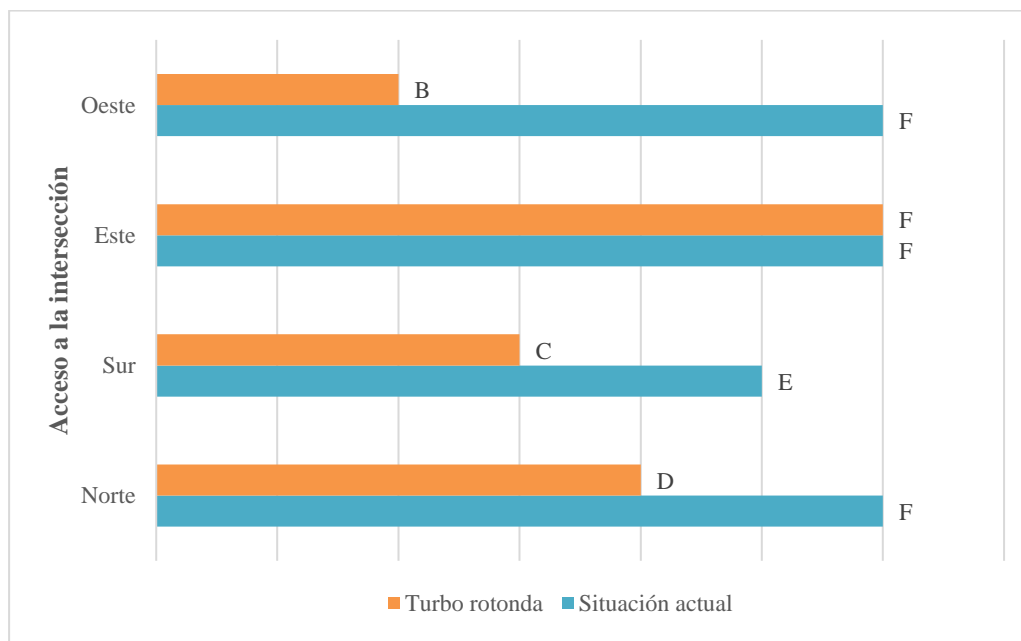


Figura 72. Evaluación comparativa de niveles de servicio

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

La microsimulación de tráfico empleando el software Vissim obtuvo valores del parámetro tiempo de viaje que reflejaron en el modelo las condiciones de campo a través de la aceptación de la igualdad de medias dentro de un rango del 95% de confiabilidad en muestras independientes mediante la prueba de hipótesis T de Student aplicada en la etapa de calibración, sustentado en la Tabla 44 que presenta un intervalo de confianza de -0.278 a 0.298, dando por aceptada la hipótesis nula al contener el valor de cero dentro del rango mencionado, generando un modelo satisfactoriamente calibrado y que representa correctamente el escenario actual del ovalo; mientras que el congestiónamiento vehicular en las condiciones actuales presentó un alto grado de saturación en cada uno de sus accesos con un nivel de servicio “F” mediante la metodología HCM 2010 y el software microsimulador en el Ovalo Larco, Trujillo, 2021.

La Figura 62 corresponde a las dimensiones de cada acceso (incluyendo la ciclovía provisional) al Óvalo Larco en la situación actual, cumpliendo lo señalado en el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, donde se debe contar con un ancho de carril, superior o igual a 3.30 m en las avenidas de estudio, ya que se tratan de vías arteriales (VCHI S.A., 2005); mientras que, la Figura 61, muestra la señalética actual, la cual no cumple con los requerimientos visuales para rotondas expuestas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para Calles y Carreteras (2016). En el gráfico de líneas de la Figura 63 se observa la variación horaria vehicular a lo largo de la semana durante 19 horas consecutivas, donde la curva de color celeste correspondiente al día Viernes se posiciona encima del resto de días, visualizándose como el día de máxima demanda vehicular; sin embargo, el jueves (curva morada) en el periodo de 6:30 pm a 7:30 pm se produce el pico que corresponde a la hora de máxima demanda, sirviendo como

punto de partida para la construcción del modelo microsimulador. En la Figura 64, se analizan los volúmenes de tránsito según el movimiento vehicular por cada acceso en la hora punta del día jueves, con un total de 5718 vehículos, donde se evidencia que la mayor cantidad de vehículos (1610) son provenientes del acceso Norte de la Av. América Sur y el movimiento N1 engloba a 636 de los mencionados; en paralelo la Figura 65 muestra el porcentaje de flujo de entrada en cada uno de los 4 accesos donde se maneja una media proporcional del 20% al 30% existiendo una ligera tendencia mayoritaria en la Av. América, específicamente en la entrada Norte con 28.2% de la afluencia total en el hora pico. La Tabla 40 y la Figura 66 muestran el porcentaje que representa cada tipo de vehículo con respecto al total de cada acceso, donde se observa al auto predominando en el flujo vehicular de cada acceso, con un 67.2% de la composición total, ya que se trata de una zona comercial; seguido de los vehículos lineales con un 15%, debido a la asidua demanda en este año del uso de estos transportes como servicio de delivery en el horario nocturno. La Tabla 41, analiza el flujo mixto de la hora de pico, en donde se observa que el periodo de 15 minutos entre las 18:30 pm a 18:45 pm presenta la mayor cantidad de vehículos (1442), a su vez se interpreta que el flujo vehicular en 18:30 pm a 19:00 pm presenta posibles problemas de congestiónamiento, puesto que el aforo en ese periodo supera a la intensidad “V” de 1430 veh, por lo cual se valida la necesidad de una solución al tráfico. Con lo mencionado anteriormente, se construyó el modelo de la intersección, cuya calibración, se basa en los parámetros estadísticos de tiempo de viaje visibles en la Tabla 42, rescatando una media de campo de 13.98 seg en 361 muestras frente a los 13.96 seg (usando 1, 5 y 4 en Wiedemann 74) producto de la microsimulación, con una desviación estándar de 0.56 seg y 0.48 seg respectivamente. En consecuencia, la Tabla 43 presenta los resultados del proceso correspondiente a la prueba T de Student realizada al parámetro de tiempo de viaje en un tramo de 64 m del acceso Este, determinando un

intervalo de confianza entre los valores de -0.268 y 0.308 , por lo que se da por aceptada la hipótesis nula al contener al cero dentro de dicho rango; lo que comprueba la igualdad de medias de las muestras de campo y Vissim. Para la etapa de validación del modelo, se obtuvieron los nuevos valores tomados del día sábado en el intervalo de las 18:45 pm a 19:45 pm referentes al tiempo de viaje presentes en la Tabla 44, con un promedio de 8.89 seg en campo y 8.61 seg en el programa, acompañado de desviaciones estándares de 0.74 seg y 0.5 seg respectivamente. Gracias a ello, en la Tabla 45 de manera similar que la calibración, se muestran los resultados del proceso de prueba de hipótesis realizadas al tiempo de viaje en el tramo ya mencionado, con un intervalo de confianza (u_1-u_2) entre -0.098 y 0.658 , validando el modelo para distintas condiciones de campo. Con respecto a los parámetros de eficiencia de la situación actual, la Figura 67 muestra valores de longitud de cola para la metodología HCM 2010 por encima de los obtenidos con Vissim en casi un 50% adicional en todos los accesos, alcanzando un punto máximo de 287.1 m en el Acceso Sur; mientras que la microsimulación presenta la mayor cola en el Acceso Este con 160.3 m. El mismo comportamiento se evidencia en la Figura 68 para el tiempo de demora, donde la metodología determinística supera hasta en un 90% al resultado obtenido en Vissim para el acceso Sur; sin embargo, ambos métodos presentan la mayor demora en el acceso Este con 833.0 y 124.6 seg, respectivamente. Es así como, la demora de control se empleó para identificar el nivel de servicio de cada acceso en base a la clasificación establecida para rotondas en el HCM 2010 Highway Capacity Manual de la Academia TRB (2010), contando en la Tabla 46 con niveles de servicio "F" en todas las entradas según la metodología HCM, mientras que el proceso de microsimulación presentó el mismo resultado a excepción del acceso Sur, donde se obtuvo un nivel "E". Ante lo expuesto anteriormente, se presenta una propuesta de solución que resulta en el diseño de una turbo rotonda tipo rotor plasmada en la Figura 69, que cuenta con 3 carriles de entrada

con uso exclusivo por cada movimiento (1, 2 y 3), con un ancho de 3.70 m, mientras que los carriles de salida son 2 por acceso; asimismo, cada tramo cuenta con la señalización dispuesta para las consideraciones necesarias en la elección de carril al momento de entrar a la turbo rotonda, con carriles de circulación de 5 m y separadores de 30 cm. Como resultado de la microsimulación en esta nueva geometría, surgen cambios en los indicadores de desempeño manifestado en la Tabla 47 y Figura 70, que dan a conocer un descenso en las longitudes de cola para todos los accesos con respecto a la situación actual, llegando a tener hasta una diferencia del 89.57% en el acceso Oeste; la Tabla 48 y Figura 71, de la misma manera corroboran esta disminución de los valores en todos los accesos, sin embargo se hace menos predominante en la entrada Este con un tiempo de demora que se reduce solo a 89.4 seg; finalmente la Figura 72 realiza una comparativa de los niveles de servicio con la modificación de la turbo rotonda, evidenciando el cambio a nivel cualitativo, con valores en “B”, “C” y “D” para todos los accesos, sacrificando la entrada Este el cual mantiene la congestión en el nivel “F”.

La investigación de Tairo y Farfán (2019) realiza una comparación entre la validez del uso de la metodología HCM 2010 y el software microsimulador Vissim en la unidad de estudio (Óvalo de Libertadores y Martín Chambi) para la determinación del congestionamiento vehicular, donde la metodología HCM obtuvo una relación de volumen-capacidad mayor al valor de 1 en todos los accesos, lo que generó aumento del tiempo de demora hasta en 295.7 seg en promedio, con un nivel de servicio “F” para el óvalo en conjunto; mientras que la microsimulación arrojó una demora promedio de 74.1 s acompañado de un nivel “F”. Se observó el mismo comportamiento en la presente tesis, donde se obtuvieron relaciones v/c mayores a 1, conllevando a demoras extremadamente altas llegando a 833.0 seg en el acceso Este según HCM, mientras que en Vissim se llegó solo a 124.6 seg; sin embargo, el nivel de servicio para la rotonda fue “F” empleando ambos métodos. Esto

verifica que la metodología HCM 2010 es muy limitada, ya solo se aplica en rotondas que cuentan con geometrías exactas y donde no existe algún tipo de dispositivo de control, donde el único parámetro que puede variar es el volumen vehicular, sin tomar en consideración reglas de prioridad, zonas de reducción de velocidad y mucho menos las características de manejo; todo lo cual si se puede incluir en el análisis microscópico, validando su uso en cualquier lugar bajo distintas condiciones de tránsito.

Al igual que el estudio anterior, Lopez y Medina (2018) evaluaron el congestionamiento vehicular mediante la metodología HCM 2010 y el software Vissim en el Óvalo José Quiñones, concluyendo que los datos obtenidos con este último proceso se acercan con mayor exactitud a la realidad, puesto que considera parámetros propios de cada tipo de vehículo y características propias del tráfico presente en la rotonda. Es así que, usando los parámetros Wiedemann de $a_x=1$, $b_{x_add}=4.75$ y $b_{x_mult}=4$ en el intento 8 lograron calibrar el modelo satisfactoriamente; a partir de lo cual elaboraron 2 propuestas de mejora basadas en la reducción del número de carriles y la implementación de un carril de derivación para un giro en U propio de su óvalo, con lo que se redujo en un 50% la longitud de cola y tiempo de demora en la mayoría de los accesos; no obstante, el nivel de servicio se mantuvo en “F”. Si bien nuestro estudio por el método HCM también resultó impreciso y además, los parámetros Wiedemann utilizados para calibración de Vissim fueron muy parecidos ($a_x=1$, $b_{x_add}=5$ y $b_{x_mult}=4$ para el intento 17); la propuesta de una turbo rotonda disminuyó significativamente la longitud de cola entre un 60 a 90%; así como la demora, la cual se redujo entre un 28 hasta casi un 85%, lo que mejoró el nivel de servicio a “B”, “C” y “D” para los accesos Oeste, Sur y Norte, respectivamente; a costa de un nivel de servicio sin mejoras en el acceso Este (LOS F).

Así mismo, el trabajo de Chávez et al. (2019) evaluó el tránsito vehicular en el Óvalo Huarochirí mediante la metodología HCM 2010 y Vissim, corroborando las afirmaciones

anteriormente mencionadas en relación a la ineficacia del proceso HCM en el estudio de rotondas con geometrías y características diferentes a las convencionales; en consecuencia, obtuvieron demoras hasta de 42 726.3 seg/veh y un nivel de servicio “F”; sin embargo, si bien la microsimulación obtuvo valores más reales, también arrojó un nivel “F”. Es así como, la elaboración del diseño geométrico de una turbo rotonda propuesta junto a carriles de derivación con giro de derecha exclusivo (a través de islas de canalización) en base a normas de origen nacional y holandés, redujo el nivel de servicio a “C”. La misma tendencia se observó en nuestra investigación, pero el nivel de servicio del óvalo de estudio en conjunto pasó de “F” a “D”; puesto que no se contó con un mayor espacio disponible para la creación de carriles de derivación.

Pérez y Yauyo (2020) analizaron las condiciones de circulación del Óvalo Monitor Huáscar utilizando una metodología propuesta en el gobierno español y el software Vissim, calibrando el modelo con los parámetros Wiedemann de $a_x=0.40$, $b_{x_add}=2$ y $b_{x_mult}=3$, obteniendo con ambos procesos un nivel de servicio “F” en la rotonda. Asimismo, con la incorporación de una turbo rotonda con 4 carriles en la calzada de circulación se redujo la demora promedio de 156.0 seg a 72.8 seg y pasando de un nivel de servicio “F” a un nivel “C”. Con respecto a los parámetros Wiedemann, existe una diferencia grande con respecto a los utilizados en el presente estudio, ya que en Lima el tráfico es drásticamente alto a comparación de otras regiones, por lo que manejar una distancia entre vehículos de 0.40 m es coherente en la capital, mas no en una ciudad como Trujillo. Si bien, con la implementación de una turbo rotonda en el Óvalo Larco se pasó de un nivel de servicio “F” a “D”, ello se sustenta en el diseño de solo 3 carriles en la calzada circulatoria, puesto que el espacio disponible fue limitado; sin embargo, se destaca la reducción de la demora, llegando a obtener valores entre 14.60 a 89.40 seg aproximadamente.

De la misma forma que este estudio, Huanca y Rojas (2019) utilizaron el tiempo de viaje como parámetro de calibración en Vissim, hallando valores Wiedemann de $a_x=1$, $b_{x_add}=2$ y $b_{x_mult}=1.25$ en el intento 27 que permitieron la mayor cercanía con la realidad. Caso contrario, en esta investigación se realizó la calibración con los parámetros $a_x=1$, $b_{x_add}=5$ y $b_{x_mult}=4$ para el intento 17, porque como bien se ha mencionado, el comportamiento de manejo de los conductores varía de una localidad a otra. Por otro lado, sus alternativas de solución implicaron la creación de dos mini óvalos, lo que generó un aumento en el tiempo de demora; y la incorporación de un cambio a desnivel, lo que disminuyó la longitud de cola hasta en un 100% en el mejor de los casos y un 34% en el caso de la demora, pasando desde un nivel de servicio “F”, a un nivel “C” en dos accesos. Mientras que, con la aplicación de una turbo rotonda para esta tesis, la longitud de cola bajó hasta en 90% y la demora se mitigó eficazmente con una reducción de hasta el 85%, llevando el nivel de servicio “F” (situación actual) a un nivel “B” en el mejor escenario (acceso Oeste).

El trabajo de Valenzuela (2017) consistió en realizar una microsimulación en el programa Aimsun con el propósito de comparar la funcionalidad de una rotonda convencional versus una turbo rotonda; sin embargo, la calibración del modelo fue realizada con el parámetro del flujo vehicular de entrada, provocando que los valores de campo no sean correctamente representados, dado que se trata de uno de los valores de entrada en el modelo y no de un parámetro de evaluación externo como lo es el tiempo de viaje, el cual si fue utilizado como parámetro de calibración en la presente investigación. En su caso, en la hora pico del turno noche en un día típico, la longitud de cola disminuyó en más de un 50% para todos los accesos; mientras que, el tiempo de demora se redujo a un 50% en tres accesos, lo que conllevó a que el nivel de servicio suba solo 1 escala cualitativamente; sin embargo, en el acceso restante se aumentó la demora hasta el doble acompañado de una disminución en el nivel de servicio. En el presente caso, para un día típico jueves de 18:30 a 19:30 se

obtuvo una reducción mayor tanto para las longitudes de cola como los tiempos de demora entre un 28 a 85%, con niveles de servicio mejorados, subiendo hasta en 4 escalas para el acceso Oeste (LOS “F” a “B”); puesto que, al no contar con una presencia significativa de peatones, el flujo vehicular no se ve afectado, generando una mejora considerable en los parámetros de eficiencia.

Una de las limitantes encontradas en la investigación radica en la dificultad de realizar una toma de datos sin alteraciones, debido a las restricciones establecidas por el gobierno a raíz de la pandemia. De manera general, la falta de experiencia en el manejo de conceptos de ingeniería de tránsito, al ser un curso externo de la malla curricular de la universidad, fue una potencial brecha de alcance científico en un inicio para el planteamiento del problema, ya que, fue necesario contar con una base teórica adecuada para esta investigación, no obstante, tras una búsqueda exhaustiva de información previa revisión bibliográfica, se alcanzó mayor experiencia en el tema; asimismo, este proceso fue el que nos llevó a determinar cómo medio mitigador el diseño de una turbo rotonda con origen en los Países Bajos. Otro factor a considerar, fue la inexperiencia en el manejo del software microsimulador Vissim, su obtención de licencia y los conceptos de programación que conllevaba; sin embargo, producto de la investigación realizada se pudo completar un conocimiento que abarcaba todos los caracteres necesarios para esta investigación o escenarios convencionales en Sudamérica. Los modelos de microsimulación del tránsito, son aplicados en su mayoría en las condiciones operacionales de rotondas convencionales (libre elección de carril); pero para las turbos rotondas no son aplicables debido a sus condiciones de maniobras de giros independientes; por lo que, en su modelamiento, se ha analizado la capacidad individual de cada carril de entrada, la misma que depende de la distribución del flujo vehicular y el grado de utilización. Sin embargo, este trabajo servirá como punto de partida para el análisis de rotondas u óvalos a nivel regional bajo las

metodologías actuales, que implican una mayor toma de datos a las que se acostumbra (solo aforos), el empleo del programa TORUS en estas situaciones y su facilidad para adaptarse a una zona irregular, resulta en un aporte metodológico, que es muy poco usado en universidades y en los proyectos viales urbanos del país; así como, el uso de turbo rotonda como alternativa de solución vehicular que presenta mejores características funcionales, tales como un mejor ordenamiento y canalización del flujo vehicular, con una mejora significativa de la funcionalidad y seguridad vial de la rotonda estudiada.

Los resultados obtenidos en el Ovalo Larco, nos datan de una zona con un alto índice de congestión vehicular “F” (ver Tabla 46), producto de la elevada afluencia de vehículos particulares en las horas punta, tanto en fines de semana pero sobre todo en días laborales; no obstante, la gran demanda de transporte público informal en los 4 accesos y vehículos lineales motorizados o no (ver Figura 66) produce reducciones de velocidad y en los carriles adyacentes a la acera y en los puntos de conflicto al ingresar a los carriles de circulación. Afortunadamente, el espacio disponible de la zona de estudio permite grandes modificaciones en los cruces, tal como el caso de la turbo rotonda tipo rotor, sin embargo, los accesos de la Av. América Sur no son lo suficientemente espaciosos para la incorporación de una ciclovía (Ver Figura 62). Esta alternativa de modificación mencionada, sirve como una de solución más que eficiente en este tipo de rotondas urbanas en función al congestionamiento presente en la zona, ya que, gracias a la aplicación de la microsimulación en un modelo correctamente calibrado se puede observar la disminución de los indicadores de longitud de cola y tiempo de demora, traducidos en una mejora evidente del nivel de servicio promedio a “C”.

Este trabajo presenta hallazgos correspondientes a una intersección tipo rotonda con avenidas de uso arterial, que, por medio de la microsimulación, se observa que se originan cuellos de botella con un nivel de servicio en “F”, a comparación de Valenzuela (2017)

que presentan un nivel de congestión un poco más bajo al tener una mayor capacidad vehicular manifestada en el número de carriles existentes. La calibración del modelo, obedece a los parámetros de comportamiento vehicular específicos para cada zona de aplicación, ya que su modificación, es única para cada escenario; adicionalmente, tanto esta investigación como la de Huanca y Rojas (2019) obtienen los parámetros de calibración aproximadamente a partir de la 17ava corrida, verificada mediante la prueba T de Student. La solución propuesta al congestiónamiento en la zona, obedece a la aplicación de un modelo realizado en base a un sistema integral (turbo rotonda) que contempla una armonía entre la modificación geométrica y el uso exclusivo de carriles condicionado por el comportamiento del conductor en el área de estudio, previamente validado como en Chávez et al. (2019), Pérez y Yauyo (2020) y Valenzuela (2017); no obstante es recomendable analizar zonas de estudio con diferentes condiciones de tráfico, a través del software Vissim para obtener un mayor radio comparativo, y así no generalizar los resultados que no se aplican en el área de estudio analizado, sin embargo, es muy probable que coincida estrechamente con rotondas que cuenten con geometría y flujo de tránsito vehicular similar.

4.2. Conclusiones

Se logró analizar la microsimulación de tráfico empleando el software Vissim en el Ovalo Larco, Trujillo, mediante el uso del indicador de tiempo de viaje manejado en campo, en base al cual se determinaron los parámetros de distancia promedio (a_x) = 1, distancia de seguridad deseada (b_{x_add}) = 5 y (b_{x_mult}) = 4, propios del estilo de manejo en la zona; lo que permitió representar la red vial por medio de la calibración del modelo con un 95% de nivel significancia en la prueba de hipótesis nula T de Student; paralelamente, el congestamiento vehicular en las condiciones actuales del ovalo según la metodología HCM 2010 y la microsimulación de tráfico vehicular identificaron deficiencias en su funcionamiento, reflejadas en niveles de servicio F que comprueban la brecha de oferta - demanda en la infraestructura existente de la intersección estudiada.

Se realizó la construcción del modelo microsimulador con el software Vissim bajo las condiciones de tráfico actuales mediante la caracterización de la geometría vial, identificando dos carriles en las 4 entradas y salidas del óvalo, así como en la calzada circulatoria; contando con data de aforo vehicular direccional en la hora de máxima demanda del día jueves en el turno de 18:30 a 19:30, con un flujo total de 5718 veh. Adicionalmente, se consideraron todos los dispositivos de control de tránsito existentes (señalización, reductores de velocidad), y las zonas de puntos de conflicto fueron representadas mediante áreas de prioridad.

Se realizó la calibración del modelo microsimulador determinando los parámetros Wiedemann correctos en el intento 17, cuyos resultados, que cumplieron con el número mínimo de corridas (15) según la FHWA, obtuvieron un promedio de tiempo de viaje de 13.96 seg con una desviación estándar de 0.48 seg que a comparación de la media de 13.98 seg junto a una desviación de 0.56 seg de campo resultan semejantes en un 95% mediante la comprobación de la hipótesis nula. A su vez, la validación del modelo se realizó con el

ingreso de nuevos datos de entrada correspondientes al horario de 18:45 a 19:45 del día sábado, obteniendo un tiempo de viaje promedio de 8.61 seg con una desviación estándar de 0.50 seg, frente a una media de 8.89 seg y una desviación de 0.74 seg en campo, validando así la hipótesis nula de igualdad de medias.

Se determinaron los indicadores de desempeño bajo las condiciones actuales mediante la metodología HCM 2010, con lo que se obtuvo longitudes de cola entre 195.0 a 287.1 m, tiempos de demora en un rango de 360.9 a 833.0 s, y niveles de servicio “F” en todos los accesos; mientras que, el software microsimulador arrojó valores de longitud de cola entre 74.6 a 120.1 m y demoras desde 40.8 a 124.6 s, lo cual determinó niveles de servicio “F” en todas las entradas, a excepción del acceso Sur con un nivel “E”. En base a lo mencionado, se concluye que los valores más bajos en Vissim se sustentan en un proceso de simulación que ha tomado en cuenta las características geométricas, dispositivos de control de tránsito y comportamiento del conductor manejados en el óvalo de estudio; mientras que el proceso del HCM 2010 es aplicable solo para rotondas con una geometría similar a la convencional, considerando exclusivamente datos relacionado al flujo vehicular en la hora de máxima demanda, lo que genera resultados imprecisos y con menor validez.

Se elaboró el diseño geométrico de una turbo rotonda como una alternativa de solución al tráfico vehicular según los fundamentos del manual de diseño de rotondas del Ministerio de Transportes de los Países Bajos, en base a lo cual se optó por usar un diseño tipo rotor al contar con una demanda vehicular de 5718 veh, lo cual implicó cambios geométricos en los accesos de entrada a la rotonda, aumentado el número de carriles a 3 con un ancho de 3.70m, lo cual conllevó a una reducción del ancho de las bermas centrales; pero, la característica principal que gobierna este sistema es la existencia de separadores de carril de resina que definen la elección entre 3 movimientos vehiculares por cada usuario; sin

embargo, estos pueden ser montables para tolerar a vehículos que necesiten un mayor radio de giro.

Se determinaron los indicadores de desempeño con la incorporación de la turbo rotonda mediante la microsimulación de tráfico, donde los valores de longitud de cola obtenidos fueron desde 12.5 m hasta 47.5m, presentando una reducción en un mínimo de 60.64% con lo obtenido en la geometría actual; de la misma manera, el tiempo de demora arroja valores que van desde los 14.60 seg hasta los 32.81 seg, que disminuyen los valores iniciales en un mínimo de 28.24%. Por consiguiente, a través de estos 2 parámetros se define que el nivel de servicio asignado para las entradas Oeste, Este, Sur y Norte es “B”, “F”, “C” y “D”, respectivamente; demostrando que la combinación de la modificación geométrica y de uso de carriles exclusivos por movimiento mejoraría significativamente la eficiencia en una ovalo de estas características en la ciudad de Trujillo.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda al Transporte Metropolitano de Trujillo hacer énfasis en realizar capacitaciones a los encargados del análisis del comportamiento vial de las redes más importantes de la ciudad, con respecto al uso específico de este tipo de herramientas simuladoras para proyectos públicos; y al estado peruano se le hace de conocimiento la necesidad de contar con normativa exclusiva para el diseño de rotondas en el ámbito urbano, la cual englobe sistemas actuales como la turbo rotonda.

Se recomienda a los ingenieros civiles dedicados a la rama de tránsito, evaluar los diferentes comportamientos que se pueden presentar en los innovadores modelos de intersección o rotondas bajo el proceso de microsimulación teniendo en cuenta la variable de peatones y emisiones de dióxido de carbono en construcciones Lean; ya que la metodología HCM 2010 va quedando obsoleta debido a sus limitantes en relación a las

zonas de aplicación y al estudio individual de cada usuario de la red vial; siendo válida exclusivamente en rotondas con una relación volumen-capacidad menor a 1.

Se recomienda a los egresados universitarios de las carreras de Ing. Civil e Ing. de Tránsito, en no enfocarse exclusivamente en hacer uso de un solo programa microsimulador como Vissim cuando se trata de analizar las condiciones de circulación de una vía o intersección, sino que, se busque interactuar con una gama de herramientas de la misma casa de softwares en simultaneo, tales como Vistro, Viswalk, etc. Adicionalmente, se busca incentivar la investigación en el uso de nuevas metodologías de aplicación de soluciones de tránsito bajo los parámetros de normas americanas o europeas, que conlleven al ejercicio de tener base teórica que valide la optimización de cualquier intersección con estos nuevos sistemas como la turbo rotonda.

A los investigadores se les recomienda reforzar esta investigación a través de la incorporación de un análisis económico-social del impacto de la propuesta de mejora de la turbo rotonda, con la finalidad de verificar su viabilidad. Asimismo, se promueve la búsqueda de información de temas relacionados a la planificación urbana de las rutas de transporte público, a la movilidad urbana a niveles macroscópicos y los sistemas de transporte inteligente (SIT).

REFERENCIAS

- Akyüz, E. (2015). Las soluciones a la congestión del tráfico en Estambul. *The Journal of Academic Social Science*, 3(16), 442 - 449. doi: 10.16992/ASOS.792
- Alcalá, M. (2016). *Microsimulación del Tráfico de la intersección de las Avenidas Bolívar, Córdova y Calle Andalucía empleando el software Vissim 6* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Alegre, M. (2016). *Transporte Urbano: ¿Cómo resolver la movilidad en Lima y Callao?*. Recuperado de <https://www.cies.org.pe/es/investigaciones/elecciones-generales-2016/transporte-urbano-como-resolver-la-movilidad-en-lima-y>
- Álvarez, J. (2017). *Microsimulación Intermodal en la ciudad del Cusco empleando los Software Vissim 8 y Viswalk 8* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Bloomberg, L., y Dale, J. (2000). Comparison of VISSIM and CORSIM Traffic Simulation Models on a Congested Network: *Transportation Research Record*, 1727(1), 52-60. (Sage CA: Los Angeles, CA). doi: 10.3141/1727-07
- Bull, A. (2003). *Congestión de tránsito: El problema y cómo enfrentarlo*. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cáceres, N., Díaz, N., y Morales, A. (2016). *Caracterización, modelación y diseño de intersecciones. Revisión literaria*. Universidad La Gran Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5139>
- Cal y Mayor, R., y Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. (8.^a ed.). México: Alfaomega.
- Chávez, N., Mancilla, J., Mariño, S., y Medina, L. (2019). *Propuesta de un nuevo diseño geométrico para la intersección Av. Javier Prado Este y Av. Melgarejo-Óvalo Huarochirí* (tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

- Consorcio GITEC-RUPPRECHT-PACT PERÚ. (2020). *Diagnóstico y prognosis del transporte y la movilidad urbana en la ciudad de Trujillo*. Recuperado de <http://sial.segat.gob.pe/documentos/diagnostico-prognosis-transporte-movilidad-urbana-ciudad-trujillo>
- Darder, V. (2005). *Funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización* (tesis de pregrado). La Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Delgado, J., Saavedra, P., y Velasco, R. M. (2011). *Modelación de problemas de flujo vehicular*. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México.
- Fabianova, J., Michalik, P., Janekova, J., y Fabian, M. (2020). Design and evaluation of a new intersection model to minimize congestions using VISSIM software. *Open Engineering*, 10(1), 48-56. doi: 10.1515/eng-2020-0019
- Federal Highway Administration. (2004). *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software*. Recuperado de <https://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/>
- Federal Highway Administration. (2019). *Turbo Roundabouts: Informational Primer*. Recuperado de <https://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/fhwasa20019.pdf>
- Fellendorf, M., y Vortisch, P. (2010). Microscopic Traffic Flow Simulator VISSIM. En J. Barceló (Ed.), *Fundamentals of Traffic Simulation* (pp. 63-93). New York, NY: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-6142-6_2
- Fortuijn, L. (2009). Turbo roundabouts: Design principles and safety performance. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2096(1), 16-24. doi: 10.3141/2096-03
- García, J. (2016). *Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones*. Recuperado de <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/teoriadecolasdoc.pdf>

- Gerlough, D. L., y Huber, M. J. (1975). *Traffic flow theory: A monograph*. Washington: Transportation Research Board, National Research Council.
- Gibson, J. (2001). *Teoría de Flujos Vehiculares Apuntes de Clase*. Recuperado de https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/2/CI73I/1/material_docente/bajar?id_material=203202
- Greenshields, B. D., Thompson, J. T., Dickinson, H. C., y Swinton, R. S. (1934). The Photographic Method of Studying Traffic Behavior. *Highway Research Board Proceedings*, 13, 382-399.
- Helbing, D. (2001). Traffic and related self-driven many-particle systems. *Reviews of Modern Physics*, 73(4), 1067-1141. doi: 10.1103/RevModPhys.73.1067
- Herrera, N. (2019). *Sistema para la toma de decisiones en la congestión vehicular de Quito (Ecuador), mediante análisis de datos sensoriales y sociales* (tesis doctoral). Universidad de Extremadura, Extremadura.
- Huanca, S., y Rojas, A. (2019). *Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software Vissim 9.0* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Infante, G., y Amador, I. (2011). Los modelos de microsimulación, una herramienta clave en la planificación vial. *Vías Terrestres*, 1(9), 20-21.
- INRIX. (2019). *INRIX Global Traffic Scorecard*. Recuperado de https://static.poder360.com.br/2019/02/INRIX_2018_Global_Traffic_Scorecard_Report_final_.pdf
- Kessels, F., Hoogendoorn, S., Vuik, K., y Van Lint, H. (2015). *Traffic Flow Modeling: A Genealogy*. 1-16. Washington D.C.: Transportation Research Board of the National Academies.

- Kim, S.-J. (2006). *Simultaneous calibration of a microscopic traffic simulation model and OD matrix* (tesis doctoral). Texas A&M University, Texas, Estados Unidos.
- Knoop, V. L. (2017). *Introduction to Traffic Flow Theory: An introduction with exercises* (1ra ed.). Países Bajos: Delft University of Technology.
- Layza, M., y Mejía, D. (2018). Tránsito y congestión vehicular en la contaminación sonora en vías de transporte público. *Cientifi-k*, 6(1), 30-35.
- Lema, C., Pedreira, L., Bouza, G., y Allende, S. (2011). Estudio de la optimización del tráfico en un cruce a través del ajuste de los ciclos de los semáforos mediante recocido simulado. *Anales ASEPUMA*, 19, 1-24. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6017739.pdf>
- Liu, P., Qu, X., Yu, H., Wang, W., y Cao, B. (2012). Development of a VISSIM Simulation Model for U-Turns at Unsignalized Intersections. *Journal of Transportation Engineering*, 138(11), 1333-1339. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000438
- Lopez, B., y Medina, C. (2018). *Propuesta de mejora en los niveles de servicio del óvalo José Quiñones empleando el software vissim 7.0* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima, Perú: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Lima, Perú: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado*. Lima, Perú: MTC.
- Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads. (2009). *Roundabouts - Application and design: A practical manual*. Netherlands: Royal Haskoning DVH.

- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). *Diagnóstico de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito para el Plan Metropolitano de desarrollo territorial (PMOT)*. Recuperado de <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/pdf/diagnosticomovilidad.pdf>
- Nguyen, M. Q., Pham, T. T. X., y Phan, T. T. H. (2019). Traffic Congestion. *European Journal of Engineering Research and Science*, 4(9), 112-116. doi: 10.24018/ejers.2019.4.9.1524
- Park, B., y Schneeberger, J. D. (2003). Microscopic Simulation Model Calibration and Validation: Case Study of VISSIM Simulation Model for a Coordinated Actuated Signal System: *Transportation Research Record*, 1856(1), 185-192. (Sage CA: Los Angeles, CA). doi: 10.3141/1856-20
- Pérez, D., y Yauyo, J. (2020). *Replanteo físico y operacional de la rotonda monitor ubicada en el distrito de Santiago de Surco para mejorar su eficiencia y seguridad vial* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- PTV AG. (2011). *VISSIM 5.30-05 User Manual*. Recuperado de https://www.et.byu.edu/~msaito/CE662MS/Labs/VISSIM_530_e.pdf
- PTV AG. (2015). *PTV VISSIM FIRST STEPS TUTORIAL*. Recuperado de <https://www.scribd.com/document/343878083/PTV-Vissim-First-Steps-ENG-pdf>
- PTV AG. (2018). *PTV VISSIM 10 USER MANUAL*. Recuperado de <https://usermanual.wiki/Document/Vissim20102020Manual.1098038624.pdf>
- PTV GROUP. (2020). *Welcome to PTV Group! – PTV Group*. Recuperado de: <https://www.ptvgroup.com>
- Quaassdorff, C. (2016). *Aplicación del modelo de microsimulación PTV VISSIM para el cálculo de emisiones del tráfico* (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Quintero, J. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), 57-72. Recuperado de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm>
- Ríos, E. (2018). *Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracore y Synchro 8* (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura.
- Rodríguez, N., Vidaña, J., y Rodríguez, A. (2015). Evaluación del congestiónamiento vehicular en intersecciones viales. *CULCyt: Cultura Científica y Tecnológica*, 12(56), 41-50. Recuperado de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/690>
- Solano, A., y 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 César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo – La Libertad, Año 2017* (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Tairo, S., y Farfán, M. (2019). *Análisis comparativo entre metodología determinística del manual de capacidad vial HCM 2010 y la metodología de la micro simulación para el cálculo de los niveles de servicio y congestión vial en el caso de estudio Óvalos Libertadores y Martín Chambi de la Ciudad del Cusco* (tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco, Perú.
- Thomson, I., y Bull, A. (2002). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. *Revista de la Cepal*, (76), 109-121.
- Tobar, N. (2018). *Análisis de causalidad de congestión vehicular de la ciudad de Santa Marta* (tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.
- TomTom. (2019). *Traffic Index ranking*. Recuperado de https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/
- Tovar, M., Ramírez, J., y Del Castillo, M. (2016). *Identificación de Modelos de Simulación de Tráfico Vehicular para Solución de Conflictos por Demoras en Intersecciones – Revisión*

Temática. Universidad La Gran Colombia, Bogotá. Recuperado de
<http://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5025>

Transportation Research Board (2010). *HCM 2010 Highway Capacity Manual*. Washington
D.C, USA: TRB.

Transportation Research Board. (2010). *NCHRP 672 Roundabouts: An Informational Guide*.
Washington D.C., USA: TRB.

Transportes Metropolitanos de Trujillo. (2015). *Informe Técnico: Evaluación de Área
Saturada de la Red Vial Metropolitana de Trujillo*. Recuperado de
[http://sial.segat.gob.pe/documentos/informe-tecnico-evaluacion-area-saturada-red-vial-
metropolitana](http://sial.segat.gob.pe/documentos/informe-tecnico-evaluacion-area-saturada-red-vial-metropolitana)

Transportes Metropolitanos de Trujillo. (2019). *INFORME TECNICO N° 009 -2019-TMT/GP*.
Recuperado de
[http://www.tmt.gob.pe/DAT_archivos/files/files/PAGINA/INFORME_TECNICO_mod
ificaci%C3%B3n_rutas.pdf](http://www.tmt.gob.pe/DAT_archivos/files/files/PAGINA/INFORME_TECNICO_modificaci%C3%B3n_rutas.pdf)

Valenzuela, J. (2017). *Diseño comparativo como alternativa entre turbo rotonda convencional,
mediante la microsimulación de tránsito* (tesis de maestría). Universidad de Piura, Lima,
Perú.

Vargas, W., Rincón, M., y González, C. (2012). *Ingeniería de Tránsito: Conceptos básicos*.
Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

VCHI S.A. (2005). *Manual de diseño Geométrico de Vías Urbanas*. Lima: Instituto de la
Construcción y Gerencia.

Villalba, L. (2015). *Análisis de la interconexión vial del ovalo sector Cayma del puente Chilina
en la Provincia de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

Wankogere, E. (2014). *Virtual Analysis and Evaluation of Roundabout Safety and Operational
Features* (tesis de maestría). Western Michigan University, EE.UU.

Wiedemann, R. (1974). *Simulation des Verkehrsflusses*. Karlsruhe, Alemania: Inst. für Verkehrswesen.

Wiedemann, R. (1991). *MODELLING OF RTI-ELEMENTS ON MULTI-LANE ROADS*. 2, 1007-1019. Advanced telematics in road transport. Recuperado de <https://trid.trb.org/view/339860>


Zúñiga, V. (2010). *Uso de Herramientas de Microsimulación para la Definición de Estrategias de Control de Tránsito para la Ciudad de Santiago* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile.

ANEXOS


ANEXO N°1. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos	Marco Teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cuál es el análisis de la microsimulación de tráfico y congestionamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo, 2021?</p> <p>La ciudad de Trujillo presenta distintos focos de acumulación vehicular que han ido en aumento progresivo a lo largo de los años, diversos estudios respaldan a la zona de estudio como un punto de congestión sumamente alto, presentando velocidades medias menores a 36 km/h; ya que el excesivo comercio, flotas de taxis y transporte público no permiten una correcta circulación en una rotonda de esta magnitud, encargada de conectar 2 vías arteriales de gran importancia en la localidad.</p>	<p>O. General: Analizar la microsimulación de tráfico y congestionamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo, 2021.</p> <p>O. Específicos: OE.1. Realizar la construcción del modelo microsimulador bajo las condiciones de tráfico actuales. OE.2. Realizar la calibración y validación del modelo microsimulador. OE.3. Determinar los indicadores de desempeño mediante la metodología HCM 2010 y la microsimulación de tráfico en las condiciones actuales. OE.4. Elaborar el diseño geométrico de una turbo rotonda como alternativa de solución para la optimización de tráfico de la rotonda convencional. OE.5. Determinar los indicadores de desempeño mediante la microsimulación de tráfico con la incorporación de la turbo rotonda.</p>	<p>(Tairo y Farfán, 2019) “Análisis comparativo entre metodología determinística del Manual de capacidad vial HCM 2010 y la metodología de la microsimulación para el cálculo de los niveles de servicio y congestión vial en el caso de estudio Óvalos Libertadores y Martín Chambi de la ciudad del Cusco”</p> <p>(Lopez y Medina, 2018) “Propuesta de mejora en los niveles de servicio del óvalo José quiñones empleando el software Vissim 7.0”</p> <p>(Chávez et al., 2019) “Propuesta de un nuevo diseño geométrico para la intersección Av. Javier Prado Este y Av. Melgarejo-Óvalo Huarochiri”</p> <p>(Pérez y Yauyo, 2020) “Replanteo físico y operacional de la rotonda monitor ubicada en el distrito de Santiago de Surco para mejorar su eficiencia y seguridad vial”</p> <p>(Huanca y Rojas, 2019) “Propuesta de mejora del diseño vial del óvalo La Curva de Chorrillos validado con el software Vissim 9.0”</p> <p>(Valenzuela, 2017) “Diseño comparativo como alternativa entre turbo rotonda convencional, mediante la microsimulación de tránsito”</p>	<p>La microsimulación de tráfico obtendrá resultados correspondientes al tiempo de viaje en relación a lo recolectado en campo, con una diferencia de medias en el rango del 95% de confiabilidad mediante la prueba T de Student; mientras que, el congestionamiento vehicular presentará un nivel de servicio F con un alto índice de saturación en el Óvalo Larco, Trujillo, 2021.</p>	<p>V. Independiente: Microsimulación de tráfico</p> <p>Proceso de modelación del movimiento de vehículos individuales durante su recorrido, los cuales son designados con características propias. Las interacciones entre los agentes involucrados en el tráfico vehicular se modelan en base a patrones de seguimiento de automóviles, cambio de carril y aceptación de espacios (Kim, 2006).</p> <p>V. Independiente: Congestionamiento Vehicular</p> <p>Es la circunstancia o periodo de tiempo en la que una mayor demanda vehicular a la proyectada transita por las vías urbanas, generando una disminución de la velocidad de los vehículos e incrementando su tiempo de circulación y desplazamiento (Bull, 2003).</p>	<p>Tipo de investigación: Propósito: Aplicada. Por el diseño: No experimental descriptiva. Diseño de Investigación: No experimental transversal descriptivo. Población: El Óvalo Larco en el distrito de Trujillo en el año 2021. Muestra: El Óvalo Larco en el distrito de Trujillo. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos: Técnicas: Análisis documental, observación directa y análisis microscópico. Instrumentos: Planos, fichas técnicas de registro, cinta métrica, wincha láser, equipo de videograbación, cronómetro, y software Vissim. Análisis de datos: Estadística descriptiva.</p>


ANEXO N°2. Matriz de evaluación de instrumento validada por experto

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Microsimulación de tráfico y congestamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo			
Línea de investigación:	Salud pública y poblaciones vulnerables			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. German Sagastegui Vásquez			
El instrumento de medición pertenece a la variable:			Microsimulación de tráfico	
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<p>Sugerencias:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>				
<p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing. German Sagastegui Vásquez CIP 126049</p> </div>				

ANEXO N°3. Ficha técnica de registro de dimensiones de la sección vial en el Óvalo Larco

Ficha de registro de dimensiones de la sección vial															
"Microsimulación de tráfico y congestamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo"															
Intersección evaluada:			Av. América Sur y Av, Víctor Larco									Día:		Lunes	
Elaborado por:			Hernández Rodríguez, L., León Vallejo, O.									Fecha:		21 de junio del 2021	
Avenida	Acceso	N° de carriles	Ancho (m)									Estado de señalización	Observaciones		
			Acera	Estacionamiento/Área verde	Calzada	Ciclovía	Berma central	Ciclovía	Calzada	Estacionamiento/Área verde	Acera				
América Sur	Norte	2	1.90	4.00	4.80	1.80	6.80	1.80	4.80	3.10	1.00	Mala	Gibas deterioradas. Grietas parabólicas.		
	Sur	2	1.90	3.00	6.60	-	7.00	-	6.60	4.00	3.00	Mala	Señalética horizontal borrosa.		
Víctor Larco	Este	2	2.60	3.29	9.00	1.80	1.30	1.80	8.40	3.51	3.80	Mala	Huecos. Tachas retrorreflectivas deterioradas.		
	Oeste	2	2.60	3.30	7.20	1.80	1.90	1.80	7.20	4.30	2.70	Mala	Huecos. Grietas piel de cocodrilo.		
		N° de carriles	Ancho		Diámetro mayor	Diámetro menor	Señalización	Observaciones							
			Calzada	Ciclovía											
		Rotonda	2.00	Variable: 7.00 m - 11.00 m	1.80	69.70	45.40	Mala	Huecos, grietas longitudinales.						
Firma del experto:															
															
<hr/> Ing. German Sagástegui Vásquez CIP 126049															

ANEXO N°4. Ficha técnica de registro del tiempo de viaje en el tramo del acceso Este

Ficha de registro del tiempo de viaje vehicular							
"Microsimulación de tráfico y congestamiento vehicular del Óvalo Larco, Trujillo, 2021"							
Acceso evaluado		Av. Víctor Larco - Este			Día:		Jueves
Elaborado por:		Hernández Rodríguez, L., León Vallejo, O.			Fecha:		24 de junio del 2021
N°	Distancia (m)	Tiempo de viaje (s)	Velocidad (km/h)	N°	Distancia (m)	Tiempo de viaje (s)	Velocidad (km/h)
1	64	13.98	16.48	26	64	14.30	16.11
2	64	12.98	17.75	27	64	13.83	16.66
3	64	14.43	15.97	28	64	14.41	15.99
4	64	13.97	16.49	29	64	14.32	16.09
5	64	13.99	16.47	30	64	14.14	16.29
6	64	13.86	16.62	31	64	14.75	15.62
7	64	13.13	17.55	32	64	13.21	17.44
8	64	14.92	15.44	33	64	14.80	15.57
9	64	13.84	16.65	34	64	13.29	17.34
10	64	12.87	17.90	35	64	13.54	17.02
11	64	14.29	16.12	36	64	14.11	16.33
12	64	14.13	16.31	37	64	14.71	15.66
13	64	13.99	16.47	38	64	13.56	16.99
14	64	14.02	16.43	39	64	13.15	17.52
15	64	13.82	16.67	40	64	12.91	17.85
16	64	14.09	16.35	41	64	14.15	16.28
17	64	14.75	15.62	42	64	13.99	16.47
18	64	13.97	16.49	43	64	13.91	16.56
19	64	13.89	16.59	44	64	14.39	16.01
20	64	13.02	17.70	45	64	14.50	15.89
21	64	13.72	16.79	46	64	15.30	15.06
22	64	13.94	16.53	47	64	13.81	16.68
23	64	13.98	16.48	48	64	14.42	15.98
24	64	13.83	16.66	49	64	14.03	16.42
25	64	14.12	16.32	50	64	13.98	16.48
Tiempo de viaje de promedio:		13.98					
Desviación estándar:		0.53					
Firma del experto:							
				<hr style="width: 100%;"/> Ing. German Sagástegui Vásquez CIP 126049			

ANEXO N°5. Ficha técnica de registro de conteo vehicular en el Óvalo Larco

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN												
CONTEO VEHICULAR MANUAL												
"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"												
INTERSECCIÓN EVALUADA:		AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO						DÍA:		LUNES		
ACCESO / MOVIMIENTO:		AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS						FECHA:		21 DE JUNIO DEL 2021		
ELABORADO POR:		HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.										
INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	2	14	0	0	0	0	0	0	0	16	16
04:15	04:30	2	22	2	1	1	0	0	0	0	28	44
04:30	04:45	1	26	16	1	0	1	1	0	0	46	90
04:45	05:00	3	40	17	1	0	4	0	0	0	65	155
05:00	05:15	9	49	14	6	0	4	0	0	1	83	222
05:15	05:30	13	53	14	7	5	3	1	0	0	96	290
05:30	05:45	20	73	17	5	4	2	1	0	0	122	366
05:45	06:00	42	103	41	12	11	5	1	0	0	215	516
06:00	06:15	33	128	44	17	31	10	8	2	0	273	706
06:15	06:30	38	168	45	15	16	4	5	0	0	291	901
06:30	06:45	32	189	46	14	18	6	2	0	0	307	1086
06:45	07:00	29	191	33	16	14	3	5	1	1	293	1164
07:00	07:15	44	193	42	12	23	6	0	0	0	320	1211
07:15	07:30	33	147	42	11	22	5	2	1	0	263	1183
07:30	07:45	53	135	35	8	15	6	5	1	1	259	1135
07:45	08:00	41	175	64	14	24	2	4	0	0	324	1166
08:00	08:15	41	202	57	10	18	3	8	1	0	340	1186
08:15	08:30	44	179	49	12	23	6	3	2	0	318	1241
08:30	08:45	36	145	59	12	19	5	8	2	0	286	1268
08:45	09:00	29	159	46	11	23	4	3	1	2	278	1222
09:00	09:15	31	136	39	13	15	5	5	4	0	248	1130
09:15	09:30	45	127	58	23	26	5	6	2	1	293	1105

09:30	09:45	50	128	63	16	28	4	6	2	0	297	1116
09:45	10:00	32	164	44	13	18	3	6	4	1	285	1123
10:00	10:15	28	152	59	10	25	5	6	2	2	289	1164
10:15	10:30	39	185	42	11	21	7	9	0	3	317	1188
10:30	10:45	33	173	41	9	21	5	6	1	1	290	1181
10:45	11:00	29	172	40	11	14	9	6	3	3	287	1183
11:00	11:15	27	201	51	15	26	4	3	2	1	330	1224
11:15	11:30	33	201	51	6	17	5	7	2	1	323	1230
11:30	11:45	39	196	45	11	19	3	4	1	0	318	1258
11:45	12:00	23	207	39	6	13	2	2	4	0	296	1267
12:00	12:15	38	186	35	7	17	4	6	0	1	294	1231
12:15	12:30	33	206	42	11	20	4	3	1	1	321	1229
12:30	12:45	37	186	32	4	16	3	3	2	1	284	1195
12:45	13:00	34	180	38	13	17	1	2	1	0	286	1185
13:00	13:15	31	191	36	8	20	2	4	1	2	295	1186
13:15	13:30	40	170	45	4	14	6	6	3	1	289	1154
13:30	13:45	33	175	33	8	17	3	2	1	0	272	1142
13:45	14:00	45	182	29	9	14	2	7	4	3	295	1151
14:00	14:15	36	190	24	6	19	3	5	4	0	287	1143
14:15	14:30	42	175	31	10	18	3	5	1	0	285	1139
14:30	14:45	30	182	36	13	14	4	4	0	1	284	1151
14:45	15:00	32	189	33	12	19	4	6	1	0	296	1152
15:00	15:15	35	189	28	14	16	2	5	1	0	290	1155
15:15	15:30	41	198	39	8	16	1	11	1	0	315	1185
15:30	15:45	37	179	36	11	13	3	10	1	1	291	1192
15:45	16:00	35	206	40	9	18	3	2	2	0	315	1211
16:00	16:15	31	201	35	8	19	4	8	5	0	311	1232
16:15	16:30	24	199	38	10	20	2	6	3	1	303	1220
16:30	16:45	41	206	40	9	15	4	8	1	0	324	1253
16:45	17:00	33	208	47	7	16	5	5	3	1	325	1263
17:00	17:15	39	219	31	9	22	3	8	3	3	337	1289
17:15	17:30	32	229	37	12	12	5	16	6	1	350	1336
17:30	17:45	35	224	32	11	20	4	6	3	2	337	1349
17:45	18:00	49	217	40	10	19	6	7	2	0	350	1374
18:00	18:15	48	195	38	6	18	5	6	43	3	362	1399

18:15	18:30	54	222	43	11	11	3	3	0	1	348	1397
18:30	18:45	63	228	47	8	18	4	4	2	0	374	1434
18:45	19:00	41	243	49	8	16	6	2	2	0	367	1451
19:00	19:15	50	226	56	10	18	6	5	5	2	378	1467
19:15	19:30	63	247	44	5	21	8	6	2	2	398	1517
19:30	19:45	56	256	49	3	19	5	5	3	0	396	1539
19:45	20:00	55	245	50	7	17	4	3	3	1	385	1557
20:00	20:15	42	239	56	9	19	3	3	2	1	374	1553
20:15	20:30	35	219	35	5	9	6	3	1	0	313	1468
20:30	20:45	39	200	35	6	7	5	3	4	1	300	1372
20:45	21:00	33	189	40	4	6	4	6	0	0	282	1269
21:00	21:15	30	175	33	5	10	4	2	0	0	259	1154
21:15	21:30	25	166	29	5	4	1	4	3	1	238	1079
21:30	21:45	19	142	19	3	2	3	1	2	2	193	972
21:45	22:00	15	129	11	2	1	2	1	0	1	162	852
22:00	22:15	36	90	22	3	2	1	1	2	0	157	750
22:15	22:30	20	79	13	1	2	1	1	1	0	118	630
22:30	22:45	16	62	14	2	0	0	0	0	1	95	532
22:45	23:00	11	38	8	1	0	0	0	0	0	58	428



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN												
CONTEO VEHICULAR MANUAL												
"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"												
INTERSECCIÓN EVALUADA:		AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO						DIA:		MARTES		
ACCESO / MOVIMIENTO:		AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS						FECHA:		22 DE JUNIO DEL 2021		
ELABORADO POR:		HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.										
INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	1	16	2	1	0	1	0	1	0	22	22
04:15	04:30	1	14	2	1	0	1	0	1	0	20	42
04:30	04:45	1	25	8	1	0	1	1	0	0	37	79
04:45	05:00	3	32	12	1	0	3	0	0	0	51	130
05:00	05:15	6	41	6	4	0	4	0	0	1	62	170
05:15	05:30	8	38	10	5	0	3	0	0	0	64	214
05:30	05:45	15	58	22	4	4	2	1	0	0	106	283
05:45	06:00	42	103	41	8	11	5	1	0	0	211	443
06:00	06:15	33	128	44	10	31	4	8	2	0	260	641
06:15	06:30	38	168	45	15	16	4	5	0	0	291	868
06:30	06:45	22	108	31	9	18	5	2	1	1	197	959
06:45	07:00	24	111	35	11	17	3	2	2	1	206	954
07:00	07:15	28	123	42	9	16	5	5	2	0	230	924
07:15	07:30	25	135	31	8	15	4	3	4	0	225	858
07:30	07:45	44	115	32	7	19	5	5	1	1	229	890
07:45	08:00	39	109	38	14	23	3	4	3	0	233	917
08:00	08:15	32	111	40	11	21	4	8	1	0	228	915
08:15	08:30	35	122	38	8	19	6	3	2	2	235	925
08:30	08:45	29	122	59	12	19	5	8	2	0	256	952
08:45	09:00	29	159	46	11	23	4	3	1	2	278	997
09:00	09:15	31	136	39	13	15	5	5	4	0	248	1017
09:15	09:30	45	127	58	23	26	5	6	2	1	293	1075
09:30	09:45	50	128	63	16	28	4	6	2	0	297	1116

09:45	10:00	32	145	47	8	18	2	6	4	1	263	1101
10:00	10:15	28	152	59	10	25	4	5	4	4	291	1144
10:15	10:30	39	185	42	11	21	7	9	0	3	317	1168
10:30	10:45	33	173	41	9	21	5	6	1	1	290	1161
10:45	11:00	29	172	40	11	14	9	6	3	3	287	1185
11:00	11:15	27	201	51	15	26	4	3	2	1	330	1224
11:15	11:30	33	201	51	6	17	5	7	2	1	323	1230
11:30	11:45	39	196	45	11	19	3	4	1	0	318	1258
11:45	12:00	23	207	39	6	13	2	2	4	0	296	1267
12:00	12:15	38	186	35	7	17	4	6	0	1	294	1231
12:15	12:30	33	206	42	11	20	4	3	1	1	321	1229
12:30	12:45	37	186	32	4	16	3	3	2	1	284	1195
12:45	13:00	34	180	38	13	17	1	2	1	0	286	1185
13:00	13:15	32	215	42	8	17	6	4	4	z	328	1219
13:15	13:30	41	186	36	12	17	4	5	3	0	304	1202
13:30	13:45	33	175	33	8	17	3	2	1	0	272	1190
13:45	14:00	28	166	29	9	15	2	7	4	3	263	1167
14:00	14:15	32	172	22	6	19	4	5	4	0	264	1103
14:15	14:30	45	166	30	11	20	3	5	3	1	284	1083
14:30	14:45	31	176	36	13	17	6	3	3	0	285	1096
14:45	15:00	35	179	41	11	18	4	4	2	2	296	1129
15:00	15:15	34	183	36	9	17	3	5	3	0	290	1155
15:15	15:30	35	188	40	8	17	3	6	5	0	302	1173
15:30	15:45	37	183	36	10	21	3	8	2	1	301	1189
15:45	16:00	34	192	38	9	20	4	4	2	1	304	1197
16:00	16:15	30	201	42	12	18	3	7	4	0	317	1224
16:15	16:30	28	201	37	10	20	2	6	3	1	308	1230
16:30	16:45	32	210	34	9	16	4	5	2	0	312	1241
16:45	17:00	33	207	38	8	19	5	7	6	1	324	1261
17:00	17:15	37	215	32	12	20	4	5	4	1	330	1274
17:15	17:30	40	219	36	11	17	3	8	6	0	340	1306
17:30	17:45	37	222	45	8	20	4	6	4	1	347	1341
17:45	18:00	47	228	42	10	19	7	4	3	0	360	1377
18:00	18:15	42	234	39	6	18	5	8	3	2	357	1404
18:15	18:30	38	239	44	8	21	4	4	6	1	365	1429

18:30	18:45	44	227	45	9	18	4	4	3	0	354	1436
18:45	19:00	41	243	49	8	16	6	2	2	0	367	1443
19:00	19:15	47	226	50	8	18	6	2	3	1	361	1447
19:15	19:30	43	227	40	5	18	5	4	2	0	344	1426
19:30	19:45	47	233	42	7	19	5	5	3	0	361	1433
19:45	20:00	36	224	44	7	17	4	3	3	1	339	1405
20:00	20:15	40	219	49	8	16	3	4	1	0	340	1384
20:15	20:30	39	214	35	5	17	4	3	1	0	318	1358
20:30	20:45	32	210	32	6	16	5	2	4	1	308	1305
20:45	21:00	38	185	31	5	12	3	3	1	0	278	1244
21:00	21:15	27	166	34	5	8	4	2	0	1	247	1151
21:15	21:30	18	137	24	3	7	3	2	2	0	196	1029
21:30	21:45	15	117	26	3	8	3	4	1	0	177	898
21:45	22:00	26	108	18	2	5	2	0	1	0	162	782
22:00	22:15	18	92	14	3	4	1	2	0	0	134	669
22:15	22:30	16	71	17	1	3	1	1	1	0	111	584
22:30	22:45	14	40	12	2	0	0	0	1	0	69	476
22:45	23:00	9	29	10	2	0	0	0	1	0	51	365



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN												
CONTEO VEHICULAR MANUAL												
"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"												
INTERSECCIÓN EVALUADA:		AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO						DIA:		MIERCOLES		
ACCESO / MOVIMIENTO:		AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS						FECHA:		23 DE JUNIO DEL 2021		
ELABORADO POR:		HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.										
INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	1	6	1	0	0	0	0	0	0	8	8
04:15	04:30	2	9	0	0	0	0	0	0	0	11	19
04:30	04:45	3	31	4	2	0	2	2	0	0	44	63
04:45	05:00	2	42	5	0	0	2	1	0	0	52	115
05:00	05:15	6	55	4	2	1	1	1	0	0	70	177
05:15	05:30	8	66	8	3	8	2	0	1	0	96	262
05:30	05:45	10	55	4	2	13	4	0	0	0	88	306
05:45	06:00	11	72	5	4	13	6	0	2	0	113	367
06:00	06:15	10	81	12	6	16	7	2	0	0	134	431
06:15	06:30	15	69	14	8	13	10	0	0	0	129	464
06:30	06:45	10	75	15	6	17	4	4	1	0	132	508
06:45	07:00	10	96	18	10	11	3	5	2	1	156	551
07:00	07:15	9	104	15	13	16	5	3	0	2	167	584
07:15	07:30	19	111	15	12	21	4	3	1	1	187	642
07:30	07:45	22	107	32	8	19	0	6	1	1	196	706
07:45	08:00	26	127	44	7	21	2	5	0	0	232	782
08:00	08:15	28	142	41	8	18	6	10	2	0	255	870
08:15	08:30	33	145	25	14	19	3	4	1	0	244	927
08:30	08:45	29	128	40	12	20	3	5	3	0	240	971
08:45	09:00	25	133	38	10	15	3	5	1	0	230	969
09:00	09:15	29	137	34	16	18	0	9	0	0	243	957
09:15	09:30	24	149	36	9	17	5	7	0	1	248	961
09:30	09:45	26	154	31	13	17	2	6	4	1	254	975

09:45	10:00	28	159	52	7	20	4	4	0	0	276	1021
10:00	10:15	30	180	44	12	14	2	7	0	0	289	1067
10:15	10:30	31	178	49	5	16	4	14	2	0	299	1118
10:30	10:45	29	154	45	13	17	2	11	0	0	314	1178
10:45	11:00	32	172	39	17	14	3	7	2	1	287	1189
11:00	11:15	27	176	36	16	19	2	12	0	0	288	1188
11:15	11:30	27	168	34	7	14	5	6	2	1	264	1153
11:30	11:45	25	184	40	17	22	2	6	0	1	297	1136
11:45	12:00	29	206	40	7	14	2	5	1	0	304	1153
12:00	12:15	35	208	49	11	18	2	6	0	0	329	1194
12:15	12:30	31	212	46	12	17	2	14	1	1	336	1266
12:30	12:45	29	199	47	10	18	4	11	1	0	319	1288
12:45	13:00	28	226	44	8	17	2	8	1	1	335	1319
13:00	13:15	32	231	67	14	15	3	5	0	1	368	1358
13:15	13:30	29	214	45	13	12	4	7	0	0	324	1346
13:30	13:45	34	219	38	12	20	4	6	0	0	333	1360
13:45	14:00	36	200	23	10	15	4	4	1	0	293	1318
14:00	14:15	32	196	29	13	17	1	5	1	0	294	1244
14:15	14:30	33	184	36	9	16	4	5	3	0	290	1210
14:30	14:45	28	169	32	13	16	3	7	0	0	268	1145
14:45	15:00	33	187	28	13	17	3	8	1	2	292	1144
15:00	15:15	28	172	34	13	16	3	5	2	1	274	1124
15:15	15:30	30	177	34	14	15	2	4	0	1	277	1111
15:30	15:45	33	169	37	20	16	2	8	0	1	286	1129
15:45	16:00	37	189	38	9	17	7	6	1	0	304	1141
16:00	16:15	35	168	39	15	16	3	12	0	1	289	1156
16:15	16:30	26	157	43	14	18	4	9	0	0	271	1150
16:30	16:45	29	155	38	12	14	3	10	0	0	261	1125
16:45	17:00	40	167	49	14	17	3	3	0	0	293	1114
17:00	17:15	35	179	42	9	15	3	2	0	2	287	1112
17:15	17:30	33	158	51	12	13	4	7	2	0	280	1121
17:30	17:45	38	166	35	14	20	4	6	0	0	283	1143
17:45	18:00	36	174	43	12	14	5	3	1	2	290	1140
18:00	18:15	31	175	46	13	20	5	7	0	0	297	1150
18:15	18:30	47	167	42	18	14	3	8	0	0	299	1169

18:30	18:45	42	184	40	9	16	6	2	1	1	301	1187
18:45	19:00	47	185	41	12	15	8	4	0	1	313	1210
19:00	19:15	48	208	34	8	18	4	3	0	0	323	1236
19:15	19:30	46	217	41	7	19	6	1	1	2	340	1277
19:30	19:45	43	193	50	6	21	3	3	0	0	319	1295
19:45	20:00	38	179	43	6	15	2	0	0	0	283	1265
20:00	20:15	36	182	34	5	10	5	2	0	0	274	1216
20:15	20:30	33	170	29	6	9	2	2	0	0	251	1127
20:30	20:45	35	168	36	6	6	4	1	2	1	259	1067
20:45	21:00	27	150	25	7	8	3	2	1	2	225	1009
21:00	21:15	27	129	19	5	4	2	1	0	1	188	923
21:15	21:30	24	123	20	4	5	1	2	1	2	182	854
21:30	21:45	25	111	18	2	3	0	5	3	0	167	762
21:45	22:00	20	102	18	1	2	0	0	2	0	145	682
22:00	22:15	14	93	19	1	2	0	1	0	0	130	624
22:15	22:30	15	67	15	4	0	2	0	0	0	103	545
22:30	22:45	12	42	9	0	0	1	0	0	0	64	442
22:45	23:00	15	34	3	0	0	0	0	0	1	53	350

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN												
CONTEO VEHICULAR MANUAL												
"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"												
INTERSECCIÓN EVALUADA:		AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO						DIA:		JUEVES		
ACCESO / MOVIMIENTO:		AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS						FECHA:		24 DE JUNIO DEL 2021		
ELABORADO POR:		HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.										
INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	3	1	0	0	0	0	0	0	4	4
04:15	04:30	5	11	5	0	0	1	0	0	1	23	27
04:30	04:45	4	19	2	2	0	1	1	0	0	29	56
04:45	05:00	2	22	3	1	0	2	0	0	0	30	86
05:00	05:15	5	27	11	5	0	2	0	0	0	50	132
05:15	05:30	9	36	16	6	0	4	1	1	0	73	182
05:30	05:45	14	43	19	8	0	3	0	2	0	89	242
05:45	06:00	20	67	24	4	4	3	0	1	1	124	336
06:00	06:15	18	89	22	5	8	5	1	0	0	148	434
06:15	06:30	24	114	25	6	11	5	0	2	0	187	548
06:30	06:45	26	118	28	9	16	4	1	1	0	203	662
06:45	07:00	30	122	27	10	18	9	2	2	1	221	759
07:00	07:15	41	130	31	7	19	5	2	4	1	240	851
07:15	07:30	38	145	29	9	20	4	3	3	1	252	916
07:30	07:45	35	130	28	12	18	5	3	2	0	233	946
07:45	08:00	37	149	30	10	19	6	3	3	1	258	983
08:00	08:15	31	156	19	13	16	6	5	4	1	251	994
08:15	08:30	30	142	34	10	19	4	5	2	2	248	990
08:30	08:45	29	132	29	8	17	4	1	4	1	225	982
08:45	09:00	25	138	26	8	15	1	2	3	0	218	942
09:00	09:15	29	142	33	11	18	5	4	3	2	247	938
09:15	09:30	24	137	26	12	15	3	4	5	1	227	917
09:30	09:45	28	140	33	9	17	4	4	2	1	238	930

09:45	10:00	30	162	26	13	16	1	6	3	2	259	971
10:00	10:15	24	152	29	8	17	5	8	1	0	244	968
10:15	10:30	28	142	30	11	15	3	6	3	1	239	980
10:30	10:45	17	147	36	14	20	4	2	6	2	248	990
10:45	11:00	22	147	28	12	18	3	4	4	0	238	969
11:00	11:15	29	159	32	10	15	5	4	1	1	256	981
11:15	11:30	27	166	34	8	17	4	8	0	2	266	1008
11:30	11:45	20	172	26	14	19	6	3	5	1	266	1026
11:45	12:00	31	170	28	12	18	3	8	2	2	274	1062
12:00	12:15	33	183	28	12	16	3	5	4	0	284	1090
12:15	12:30	26	188	31	16	20	2	4	5	1	293	1117
12:30	12:45	40	201	33	13	17	4	6	3	0	317	1168
12:45	13:00	41	193	28	10	20	4	1	4	1	302	1196
13:00	13:15	35	186	27	10	17	2	5	2	2	286	1198
13:15	13:30	42	180	33	12	19	1	7	5	1	300	1205
13:30	13:45	34	192	39	11	21	2	3	2	0	304	1192
13:45	14:00	39	197	42	9	18	3	6	3	2	319	1209
14:00	14:15	40	191	19	12	17	1	3	4	1	288	1211
14:15	14:30	36	194	18	8	18	1	7	1	0	283	1194
14:30	14:45	34	172	27	15	16	6	6	1	0	277	1167
14:45	15:00	37	172	25	11	18	2	9	2	1	277	1125
15:00	15:15	32	191	28	17	15	4	5	1	1	294	1131
15:15	15:30	30	206	23	13	19	3	6	1	0	301	1149
15:30	15:45	32	203	25	8	17	5	10	2	0	302	1174
15:45	16:00	36	196	39	10	14	2	6	2	0	305	1202
16:00	16:15	28	193	28	8	15	3	5	5	1	286	1194
16:15	16:30	29	206	36	12	17	2	11	0	1	314	1207
16:30	16:45	34	209	28	13	14	4	4	5	1	312	1217
16:45	17:00	44	215	35	15	19	5	3	4	1	341	1253
17:00	17:15	38	235	39	9	16	5	7	2	2	353	1320
17:15	17:30	36	241	41	12	20	4	3	3	2	362	1368
17:30	17:45	43	240	43	7	17	6	2	2	2	362	1418
17:45	18:00	45	260	34	10	18	3	2	4	1	377	1454
18:00	18:15	52	246	26	15	21	5	6	3	2	376	1477
18:15	18:30	40	263	34	10	15	7	7	6	1	383	1498

18:30	18:45	44	257	48	16	17	6	8	2	0	398	1534
18:45	19:00	49	272	32	15	20	8	7	5	1	409	1566
19:00	19:15	55	278	36	10	19	5	4	6	0	413	1603
19:15	19:30	48	265	31	10	18	6	6	4	2	390	1610
19:30	19:45	41	238	48	12	17	4	6	5	2	373	1585
19:45	20:00	37	217	38	9	15	3	3	2	2	326	1502
20:00	20:15	39	194	33	3	12	5	3	2	0	291	1380
20:15	20:30	38	180	39	6	10	3	3	4	1	284	1274
20:30	20:45	32	163	27	8	10	4	3	2	0	249	1150
20:45	21:00	40	167	33	3	8	3	3	2	0	259	1083
21:00	21:15	31	142	27	4	6	3	4	0	1	218	1010
21:15	21:30	26	122	36	1	6	2	3	1	1	198	924
21:30	21:45	32	113	22	2	4	2	2	1	0	178	853
21:45	22:00	30	106	18	4	2	1	0	0	0	161	755
22:00	22:15	33	96	14	2	0	1	0	1	0	147	684
22:15	22:30	31	82	12	0	0	3	0	0	1	129	615
22:30	22:45	31	58	15	1	0	0	0	0	0	105	542
22:45	23:00	27	63	11	0	0	2	0	0	0	103	484



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	VIERNES
FECHA:	25 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	1	12	0	0	0	0	0	0	13	13
04:15	04:30	0	9	2	1	0	0	1	0	13	26
04:30	04:45	4	17	1	1	0	4	2	0	29	55
04:45	05:00	3	17	2	3	0	1	0	1	27	82
05:00	05:15	3	35	6	3	0	2	1	0	50	119
05:15	05:30	9	23	8	4	0	2	1	1	49	155
05:30	05:45	15	34	7	2	0	4	0	0	62	188
05:45	06:00	11	40	6	3	2	1	0	0	63	224
06:00	06:15	10	33	5	3	4	0	0	1	56	230
06:15	06:30	11	65	13	5	12	10	3	1	121	302
06:30	06:45	18	89	15	11	10	5	2	3	153	393
06:45	07:00	22	108	23	7	18	5	3	3	189	519
07:00	07:15	29	127	20	7	23	5	6	3	221	684
07:15	07:30	31	141	24	8	20	4	2	4	236	799
07:30	07:45	22	174	27	7	21	5	6	2	265	911
07:45	08:00	49	187	35	12	21	2	6	1	314	1036
08:00	08:15	41	176	36	10	19	4	6	2	294	1109
08:15	08:30	35	183	23	13	22	5	5	4	290	1163
08:30	08:45	39	177	34	8	22	4	6	3	293	1191
08:45	09:00	37	163	27	16	18	3	4	1	270	1147
09:00	09:15	32	173	28	11	17	5	6	3	275	1128
09:15	09:30	45	175	18	19	19	8	6	5	296	1134
09:30	09:45	46	169	23	20	17	5	5	1	286	1127
09:45	10:00	40	176	37	17	18	6	7	2	304	1161

10:00	10:15	38	199	24	18	21	3	5	2	1	311	1197
10:15	10:30	44	182	37	18	20	3	3	4	2	313	1214
10:30	10:45	42	175	28	22	18	4	5	0	1	295	1223
10:45	11:00	39	195	26	19	19	2	6	6	0	312	1231
11:00	11:15	34	202	33	14	14	1	6	0	1	305	1225
11:15	11:30	32	180	17	13	17	4	7	4	2	276	1188
11:30	11:45	24	199	24	22	22	3	6	3	1	304	1197
11:45	12:00	26	210	25	14	15	1	7	2	0	300	1185
12:00	12:15	30	227	26	10	17	2	2	0	0	314	1194
12:15	12:30	40	199	27	13	13	3	9	0	1	305	1223
12:30	12:45	36	213	27	10	14	5	8	3	1	317	1236
12:45	13:00	32	215	25	12	20	2	4	2	0	312	1248
13:00	13:15	39	194	34	11	24	3	4	2	0	311	1245
13:15	13:30	42	188	37	10	15	5	7	2	1	307	1247
13:30	13:45	45	176	32	19	19	4	6	2	1	304	1234
13:45	14:00	48	188	36	9	19	3	4	0	0	307	1229
14:00	14:15	35	200	37	9	16	2	6	0	1	306	1224
14:15	14:30	41	184	23	11	16	1	4	3	0	283	1200
14:30	14:45	33	171	26	8	18	2	4	2	1	265	1161
14:45	15:00	32	169	26	9	18	2	4	3	0	263	1117
15:00	15:15	36	178	27	11	19	3	6	0	1	281	1092
15:15	15:30	40	191	28	7	16	2	7	2	1	294	1103
15:30	15:45	34	190	20	6	18	4	6	1	0	279	1117
15:45	16:00	32	184	13	9	17	4	7	2	0	268	1122
16:00	16:15	42	198	37	7	15	3	8	1	2	313	1154
16:15	16:30	31	203	20	12	19	2	5	4	1	297	1157
16:30	16:45	37	206	33	12	16	2	4	0	0	310	1188
16:45	17:00	32	219	21	9	18	4	8	3	0	314	1234
17:00	17:15	40	209	34	7	21	3	5	1	1	321	1242
17:15	17:30	50	242	34	14	16	5	8	3	0	372	1317
17:30	17:45	54	237	36	10	18	3	3	3	0	364	1371
17:45	18:00	52	247	36	9	21	5	4	1	0	375	1432
18:00	18:15	42	228	34	9	14	5	5	2	0	339	1450
18:15	18:30	48	247	24	11	18	4	7	0	0	359	1437
18:30	18:45	55	279	42	13	22	5	6	2	1	425	1498

18:45	19:00	49	300	46	9	16	4	6	2	2	434	1557
19:00	19:15	47	274	40	16	17	8	4	3	0	409	1627
19:15	19:30	58	246	37	8	18	4	3	1	0	375	1643
19:30	19:45	55	233	41	8	17	4	8	1	0	367	1585
19:45	20:00	44	219	45	7	23	3	2	1	0	344	1495
20:00	20:15	38	207	41	11	20	4	4	2	0	327	1413
20:15	20:30	41	194	38	8	16	0	3	2	0	302	1340
20:30	20:45	43	193	36	7	7	3	1	2	0	292	1265
20:45	21:00	35	170	35	10	9	2	3	2	1	267	1188
21:00	21:15	31	158	28	6	7	2	0	2	0	234	1095
21:15	21:30	34	152	35	8	6	0	2	0	1	238	1031
21:30	21:45	23	161	31	3	4	1	1	1	0	225	964
21:45	22:00	28	142	29	2	0	0	1	1	1	204	901
22:00	22:15	23	131	28	3	0	2	0	1	0	188	855
22:15	22:30	31	84	21	1	0	1	1	1	0	140	757
22:30	22:45	16	83	13	2	0	0	0	0	0	114	646
22:45	23:00	25	85	22	0	0	0	1	0	1	134	576

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	SÁBADO
FECHA:	26 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	0	8	1	2	0	0	0	0	0	11	11
04:15	04:30	1	11	6	0	0	0	1	0	0	19	30
04:30	04:45	2	11	5	0	0	2	1	0	0	21	51
04:45	05:00	0	16	3	0	0	1	0	0	0	20	71
05:00	05:15	4	21	3	5	0	2	2	0	0	37	97
05:15	05:30	8	37	10	4	0	1	1	0	0	61	139
05:30	05:45	14	28	9	2	0	1	2	0	0	56	174
05:45	06:00	24	46	6	3	6	2	1	0	0	88	242
06:00	06:15	12	61	15	7	10	7	1	3	0	116	321
06:15	06:30	17	59	17	6	10	2	2	0	0	113	373
06:30	06:45	22	74	23	5	15	5	2	0	0	146	463
06:45	07:00	30	81	14	9	14	4	1	1	0	154	529
07:00	07:15	35	99	20	10	17	6	2	1	1	191	604
07:15	07:30	37	117	28	8	21	6	2	2	0	221	712
07:30	07:45	42	131	26	12	23	4	5	3	1	247	813
07:45	08:00	37	144	28	14	20	3	4	2	0	252	911
08:00	08:15	33	155	33	9	22	4	2	2	1	261	981
08:15	08:30	38	139	25	10	20	4	6	1	0	243	1003
08:30	08:45	30	131	24	9	17	5	2	0	1	219	975
08:45	09:00	24	138	19	10	19	3	4	1	1	219	942
09:00	09:15	22	166	20	11	19	2	4	2	0	246	927
09:15	09:30	29	155	20	14	16	5	1	0	2	242	926
09:30	09:45	30	162	22	9	21	3	5	2	2	256	963
09:45	10:00	25	170	26	12	17	8	7	0	0	265	1009

10:00	10:15	32	155	25	8	14	4	4	1	0	243	1006
10:15	10:30	37	182	27	17	21	1	4	1	0	290	1054
10:30	10:45	26	220	30	16	14	3	5	3	1	318	1116
10:45	11:00	31	212	25	12	18	5	2	1	0	306	1157
11:00	11:15	37	209	28	9	17	2	8	1	1	312	1226
11:15	11:30	34	225	29	12	18	3	7	0	0	328	1264
11:30	11:45	41	218	39	13	17	4	5	1	0	338	1284
11:45	12:00	35	246	30	10	20	5	8	2	0	356	1334
12:00	12:15	39	233	27	11	21	8	5	2	0	346	1368
12:15	12:30	28	224	32	10	15	5	5	5	1	325	1365
12:30	12:45	40	237	48	10	19	3	2	1	2	362	1389
12:45	13:00	31	249	38	8	17	2	5	2	0	352	1385
13:00	13:15	38	227	30	9	20	3	4	0	1	332	1371
13:15	13:30	48	239	29	11	19	4	5	2	0	357	1403
13:30	13:45	41	248	33	15	17	3	8	1	2	368	1409
13:45	14:00	34	225	28	10	21	7	5	3	0	333	1390
14:00	14:15	38	207	32	8	18	3	9	1	0	316	1374
14:15	14:30	45	214	36	6	15	5	12	2	0	335	1352
14:30	14:45	31	192	34	12	21	7	6	0	0	303	1287
14:45	15:00	40	190	32	10	19	4	3	3	1	302	1256
15:00	15:15	36	187	27	14	19	5	4	0	0	292	1232
15:15	15:30	47	205	22	15	15	2	6	1	0	313	1210
15:30	15:45	35	193	17	17	12	2	7	1	1	285	1192
15:45	16:00	39	216	17	12	15	4	6	0	0	309	1199
16:00	16:15	33	207	29	10	15	4	2	1	2	303	1210
16:15	16:30	45	197	28	8	13	3	7	0	0	301	1198
16:30	16:45	30	177	44	9	17	9	3	0	0	289	1202
16:45	17:00	35	212	33	12	14	1	8	1	0	316	1209
17:00	17:15	55	200	37	8	18	5	6	2	0	331	1237
17:15	17:30	35	178	19	9	20	4	7	1	2	275	1211
17:30	17:45	41	217	33	17	17	4	7	2	0	338	1260
17:45	18:00	34	206	28	17	19	1	4	0	1	310	1254
18:00	18:15	40	241	30	10	23	2	6	5	0	357	1280
18:15	18:30	54	258	22	7	16	2	4	0	0	363	1368
18:30	18:45	51	223	26	13	18	5	3	1	0	340	1370

18:45	19:00	52	244	39	8	19	3	3	0	0	368	1428
19:00	19:15	45	266	42	9	19	2	4	1	0	388	1459
19:15	19:30	57	234	38	3	22	5	4	0	0	363	1459
19:30	19:45	46	248	32	4	14	5	3	0	0	352	1471
19:45	20:00	38	260	28	6	16	3	1	1	0	353	1456
20:00	20:15	32	212	45	8	10	2	5	0	0	314	1382
20:15	20:30	45	221	24	5	8	3	2	2	0	310	1329
20:30	20:45	44	203	31	4	7	0	1	2	0	292	1269
20:45	21:00	55	208	22	8	5	1	3	0	1	303	1219
21:00	21:15	55	189	25	4	5	1	1	0	0	280	1185
21:15	21:30	42	193	34	4	3	0	0	1	0	277	1152
21:30	21:45	49	139	10	2	3	1	1	0	0	205	1065
21:45	22:00	36	155	13	1	3	1	0	0	0	209	971
22:00	22:15	24	143	14	2	2	0	0	0	0	185	876
22:15	22:30	37	100	26	5	0	1	0	0	0	169	768
22:30	22:45	35	96	33	2	0	0	0	0	0	166	729
22:45	23:00	26	76	23	1	0	0	0	0	0	126	646

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - NORTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	DOMINGO
FECHA:	27 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	17	4	0	0	0	0	0	21	21
04:15	04:30	4	15	2	0	0	1	0	1	23	44
04:30	04:45	0	19	4	0	0	0	1	0	24	68
04:45	05:00	4	22	2	0	0	0	0	0	28	96
05:00	05:15	1	20	4	0	0	1	0	1	28	103
05:15	05:30	2	20	1	0	0	1	2	0	26	106
05:30	05:45	3	29	4	1	0	2	0	0	39	121
05:45	06:00	10	33	7	0	0	0	0	1	51	144
06:00	06:15	5	34	4	2	1	1	1	0	48	164
06:15	06:30	7	52	9	1	2	2	0	0	73	211
06:30	06:45	10	66	9	2	5	0	0	1	93	265
06:45	07:00	8	51	11	1	11	2	3	0	87	301
07:00	07:15	13	54	8	5	5	3	1	0	89	342
07:15	07:30	19	56	8	2	4	3	0	0	92	361
07:30	07:45	18	64	9	1	6	1	2	0	101	369
07:45	08:00	18	52	4	5	7	1	1	0	88	370
08:00	08:15	13	54	10	3	8	2	2	0	92	373
08:15	08:30	7	69	6	3	8	1	0	0	94	375
08:30	08:45	17	72	9	3	8	2	4	0	115	389
08:45	09:00	24	68	6	2	9	2	2	0	113	414
09:00	09:15	17	74	6	3	7	0	0	0	107	429
09:15	09:30	15	74	9	1	6	4	3	0	113	448
09:30	09:45	19	64	8	2	9	2	2	0	106	439
09:45	10:00	31	72	13	2	9	0	1	0	128	454

10:00	10:15	25	62	10	4	6	1	0	1	0	109	456
10:15	10:30	27	73	14	3	11	2	0	0	0	130	473
10:30	10:45	21	102	15	5	9	1	3	0	0	156	523
10:45	11:00	16	91	11	5	10	2	3	0	1	139	534
11:00	11:15	30	122	10	1	10	3	1	1	0	178	603
11:15	11:30	23	108	15	6	8	2	1	0	0	163	636
11:30	11:45	29	112	11	4	12	3	2	0	0	173	653
11:45	12:00	28	111	12	4	8	1	3	0	0	167	681
12:00	12:15	23	109	17	5	13	1	1	0	0	169	672
12:15	12:30	29	113	9	7	7	2	0	2	1	170	679
12:30	12:45	34	111	12	7	9	2	1	1	1	178	684
12:45	13:00	36	124	14	6	10	3	3	0	0	196	713
13:00	13:15	28	134	14	2	7	1	1	1	0	188	732
13:15	13:30	33	130	10	3	8	4	5	1	0	194	756
13:30	13:45	32	115	17	4	10	2	4	2	1	187	765
13:45	14:00	34	135	12	3	8	0	0	0	0	192	761
14:00	14:15	39	134	14	3	9	2	1	0	0	202	775
14:15	14:30	41	125	16	4	9	3	0	1	0	199	780
14:30	14:45	37	114	11	5	10	3	2	0	1	183	776
14:45	15:00	29	114	20	2	7	2	5	0	0	179	763
15:00	15:15	31	120	9	2	9	4	2	0	0	177	738
15:15	15:30	27	136	14	4	8	2	0	0	0	191	730
15:30	15:45	33	102	23	3	8	2	2	0	1	174	721
15:45	16:00	23	118	17	4	7	4	0	1	2	176	718
16:00	16:15	24	126	14	3	9	1	0	1	0	178	719
16:15	16:30	31	103	13	2	10	1	2	0	0	162	690
16:30	16:45	17	117	10	1	9	2	1	0	0	157	673
16:45	17:00	33	101	8	6	12	1	3	1	1	166	663
17:00	17:15	22	118	9	2	7	3	2	1	0	164	649
17:15	17:30	20	104	18	6	7	2	0	1	0	158	645
17:30	17:45	28	83	14	0	11	2	1	1	0	140	628
17:45	18:00	44	73	10	1	7	1	1	1	0	138	600
18:00	18:15	25	108	22	3	7	1	2	0	0	168	604
18:15	18:30	30	112	13	1	10	2	1	0	0	169	615
18:30	18:45	41	145	16	2	6	1	1	0	1	213	688

18:45	19:00	36	136	19	3	8	1	2	0	0	205	755
19:00	19:15	41	132	19	2	5	1	0	1	1	202	789
19:15	19:30	28	138	15	3	9	1	1	1	0	196	816
19:30	19:45	34	134	9	2	9	1	3	0	0	192	795
19:45	20:00	34	123	10	4	7	0	1	2	0	181	771
20:00	20:15	34	128	12	2	3	1	0	1	0	181	750
20:15	20:30	32	127	10	2	6	2	1	0	0	180	734
20:30	20:45	30	120	9	4	4	0	2	0	1	170	712
20:45	21:00	33	113	12	3	3	0	0	1	0	165	696
21:00	21:15	18	102	8	2	4	0	2	0	0	136	651
21:15	21:30	25	100	8	0	1	2	2	0	1	139	610
21:30	21:45	26	97	5	2	2	1	1	0	0	134	574
21:45	22:00	28	105	7	2	1	0	0	0	1	144	553
22:00	22:15	23	88	6	0	0	0	2	0	0	119	536
22:15	22:30	24	62	5	1	0	0	0	1	0	93	490
22:30	22:45	29	43	7	0	0	0	0	0	0	79	435
22:45	23:00	15	50	7	0	0	0	0	0	0	72	363



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	LUNES
FECHA:	21 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	16	2	1	0	0	0	0	0	19	19
04:15	04:30	4	22	8	0	0	1	0	0	0	35	54
04:30	04:45	0	22	1	0	0	2	0	0	1	26	80
04:45	05:00	2	35	3	2	0	2	0	0	0	44	124
05:00	05:15	1	35	4	3	1	3	0	0	0	47	152
05:15	05:30	3	37	2	3	11	3	0	0	0	59	176
05:30	05:45	8	44	4	2	15	1	0	0	1	75	225
05:45	06:00	6	48	6	5	13	0	0	0	0	78	259
06:00	06:15	4	68	4	4	13	3	1	0	0	97	309
06:15	06:30	4	57	3	7	11	6	2	0	0	90	340
06:30	06:45	10	88	5	18	12	3	0	1	0	137	402
06:45	07:00	19	88	9	14	15	4	5	1	0	155	479
07:00	07:15	22	103	6	11	19	3	4	0	1	169	551
07:15	07:30	22	113	7	7	17	4	3	0	1	174	635
07:30	07:45	20	140	14	5	19	0	2	1	0	201	699
07:45	08:00	36	164	21	12	20	3	4	0	0	260	804
08:00	08:15	26	185	16	12	20	3	5	1	0	268	903
08:15	08:30	29	159	8	16	21	4	9	2	1	249	978
08:30	08:45	20	162	16	12	17	5	13	0	0	245	1022
08:45	09:00	30	166	11	15	16	2	7	0	0	247	1009
09:00	09:15	17	181	21	16	18	5	7	1	0	266	1007
09:15	09:30	25	153	21	10	21	3	6	0	1	240	998
09:30	09:45	26	190	25	11	17	2	5	1	0	277	1030
09:45	10:00	31	193	25	11	15	4	6	1	0	286	1069

10:00	10:15	30	180	14	10	16	2	8	1	0	261	1064
10:15	10:30	23	197	11	12	17	3	6	0	0	269	1093
10:30	10:45	15	204	14	7	16	4	9	2	0	271	1087
10:45	11:00	28	224	23	7	16	3	6	0	1	308	1109
11:00	11:15	23	206	12	12	15	2	7	1	1	279	1127
11:15	11:30	32	234	30	17	15	4	3	2	0	337	1195
11:30	11:45	19	178	23	16	15	3	3	2	1	260	1184
11:45	12:00	31	204	30	18	18	1	7	1	0	310	1186
12:00	12:15	28	198	29	14	18	4	10	2	0	303	1210
12:15	12:30	34	199	36	9	17	3	7	1	2	308	1181
12:30	12:45	42	198	32	9	15	4	8	3	0	311	1232
12:45	13:00	34	204	41	14	11	2	9	2	0	317	1239
13:00	13:15	39	190	28	13	18	3	7	0	0	298	1234
13:15	13:30	46	191	36	12	15	2	4	0	0	306	1232
13:30	13:45	43	185	43	13	15	1	8	0	0	308	1229
13:45	14:00	40	213	29	9	14	3	5	0	0	313	1225
14:00	14:15	32	178	27	9	16	3	3	1	0	269	1196
14:15	14:30	45	175	31	10	17	2	6	1	0	287	1177
14:30	14:45	24	167	23	15	14	4	4	0	0	251	1120
14:45	15:00	40	179	24	12	16	6	6	1	0	284	1091
15:00	15:15	35	189	28	14	16	2	5	1	0	290	1112
15:15	15:30	41	180	39	14	16	1	11	1	0	303	1128
15:30	15:45	37	179	36	11	13	4	10	1	1	292	1169
15:45	16:00	38	211	42	13	16	3	2	0	0	325	1210
16:00	16:15	38	203	37	15	12	4	14	0	0	323	1243
16:15	16:30	28	180	38	12	15	2	5	0	0	280	1220
16:30	16:45	42	199	59	12	15	4	8	1	0	340	1268
16:45	17:00	33	198	47	7	16	5	5	0	1	312	1255
17:00	17:15	42	221	34	13	15	3	8	0	0	336	1268
17:15	17:30	32	229	37	12	12	5	16	0	0	343	1331
17:30	17:45	33	224	42	11	20	4	6	0	0	340	1331
17:45	18:00	59	227	34	16	13	6	7	0	0	362	1381
18:00	18:15	38	195	38	10	17	5	12	1	0	316	1361
18:15	18:30	54	222	43	11	11	3	3	0	1	348	1366
18:30	18:45	63	238	47	12	18	4	4	2	0	388	1414

18:45	19:00	57	209	48	8	21	5	6	1	0	355	1407
19:00	19:15	52	182	49	10	13	6	5	0	0	317	1408
19:15	19:30	55	209	37	10	16	8	0	0	0	335	1395
19:30	19:45	50	227	37	3	12	5	6	0	0	340	1347
19:45	20:00	42	177	28	10	16	4	2	0	1	280	1272
20:00	20:15	43	191	22	4	10	3	1	0	0	274	1229
20:15	20:30	31	183	27	5	9	0	1	1	0	257	1151
20:30	20:45	39	150	35	7	7	0	3	1	0	242	1053
20:45	21:00	39	153	21	7	4	2	0	0	0	226	999
21:00	21:15	32	132	23	3	7	2	2	0	0	201	926
21:15	21:30	31	143	22	1	4	2	1	1	0	205	874
21:30	21:45	19	100	15	4	0	0	1	0	0	139	771
21:45	22:00	17	109	11	2	7	0	2	0	0	148	693
22:00	22:15	36	89	22	4	2	0	0	0	0	153	645
22:15	22:30	28	79	13	0	1	1	1	0	0	123	563
22:30	22:45	23	68	16	1	0	1	1	0	0	110	534
22:45	23:00	16	54	8	0	0	1	1	1	0	81	467

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	MARTES
FECHA:	22 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	9	1	0	0	1	1	0	0	12	12
04:15	04:30	2	15	2	2	0	1	0	0	0	22	34
04:30	04:45	0	19	5	1	0	2	1	1	0	29	63
04:45	05:00	2	35	5	0	0	2	1	0	0	45	108
05:00	05:15	3	26	4	2	1	1	1	0	0	38	134
05:15	05:30	2	19	8	3	8	2	0	1	0	43	155
05:30	05:45	8	23	4	2	13	4	0	0	0	54	180
05:45	06:00	9	32	5	4	13	6	0	2	0	71	206
06:00	06:15	4	53	12	6	16	7	2	0	0	100	268
06:15	06:30	11	53	14	8	13	10	0	0	0	109	334
06:30	06:45	12	66	15	6	17	4	4	1	0	125	405
06:45	07:00	12	88	18	10	11	3	5	2	1	150	484
07:00	07:15	14	94	15	13	16	5	3	0	2	162	546
07:15	07:30	19	106	15	12	21	4	3	1	1	182	619
07:30	07:45	30	113	32	8	19	0	6	1	1	210	704
07:45	08:00	38	147	44	7	21	2	5	0	0	264	818
08:00	08:15	25	155	41	8	18	6	10	2	0	265	921
08:15	08:30	43	133	25	14	19	3	4	1	0	242	981
08:30	08:45	26	141	40	12	20	3	5	3	0	250	1021
08:45	09:00	22	171	38	10	15	3	5	1	0	265	1022
09:00	09:15	32	150	34	16	18	0	9	0	0	259	1016
09:15	09:30	23	163	36	9	17	5	7	0	1	261	1035
09:30	09:45	24	151	31	13	17	2	6	4	1	249	1034
09:45	10:00	29	154	52	7	20	4	4	0	0	270	1039

10:00	10:15	30	165	44	12	14	2	7	0	0	274	1054
10:15	10:30	24	162	49	5	16	4	14	2	0	276	1069
10:30	10:45	32	181	45	13	17	2	11	0	0	301	1121
10:45	11:00	32	190	39	17	14	3	7	2	1	305	1156
11:00	11:15	27	176	36	16	19	2	12	0	0	288	1170
11:15	11:30	23	168	34	7	14	5	6	2	1	260	1154
11:30	11:45	30	184	40	17	22	2	6	0	1	302	1155
11:45	12:00	25	201	40	7	14	2	5	1	0	295	1145
12:00	12:15	30	182	49	11	18	2	6	0	0	298	1155
12:15	12:30	33	171	46	12	17	2	14	1	1	297	1192
12:30	12:45	30	183	47	10	18	4	11	1	0	304	1194
12:45	13:00	44	174	44	8	17	2	8	1	1	299	1198
13:00	13:15	41	212	67	14	15	3	5	0	1	358	1258
13:15	13:30	40	201	45	13	12	4	7	0	0	322	1283
13:30	13:45	42	212	38	12	20	4	6	0	0	334	1313
13:45	14:00	41	170	23	10	15	4	4	1	0	268	1282
14:00	14:15	46	160	29	13	17	1	5	1	0	272	1196
14:15	14:30	42	174	36	9	16	4	5	3	0	289	1163
14:30	14:45	24	169	32	13	16	3	7	0	0	264	1093
14:45	15:00	38	187	28	13	17	3	8	1	2	297	1122
15:00	15:15	40	175	34	13	16	3	5	2	1	289	1139
15:15	15:30	26	187	34	14	15	2	4	0	1	283	1133
15:30	15:45	48	183	37	20	16	2	8	0	1	315	1184
15:45	16:00	37	178	38	9	17	7	6	1	0	293	1180
16:00	16:15	38	211	39	15	16	3	12	0	1	335	1226
16:15	16:30	33	223	43	14	18	4	9	0	0	344	1287
16:30	16:45	37	198	38	12	14	3	10	0	0	312	1284
16:45	17:00	44	212	49	14	17	3	3	0	0	342	1333
17:00	17:15	35	232	42	9	15	3	2	0	2	340	1338
17:15	17:30	34	232	51	12	13	4	7	2	0	355	1349
17:30	17:45	44	221	35	14	20	4	6	0	0	344	1381
17:45	18:00	46	229	43	12	14	5	3	1	2	355	1394
18:00	18:15	48	225	46	13	20	5	7	0	0	364	1418
18:15	18:30	59	205	55	18	14	3	8	0	0	362	1425
18:30	18:45	57	195	46	7	15	6	4	0	1	331	1412

18:45	19:00	50	199	41	12	13	7	4	0	1	327	1384
19:00	19:15	53	203	60	8	17	4	3	0	0	348	1368
19:15	19:30	39	198	49	12	14	6	5	0	0	323	1329
19:30	19:45	56	205	50	6	21	3	3	0	0	344	1342
19:45	20:00	33	216	43	4	15	2	0	0	0	313	1328
20:00	20:15	42	186	41	5	10	5	2	0	0	291	1271
20:15	20:30	35	183	43	6	9	2	2	0	0	280	1228
20:30	20:45	37	146	24	3	11	0	3	0	0	224	1108
20:45	21:00	49	135	25	1	8	0	2	0	2	222	1017
21:00	21:15	29	133	21	5	7	2	1	0	0	198	924
21:15	21:30	25	129	25	2	3	1	1	0	0	186	830
21:30	21:45	28	128	24	2	3	0	5	0	0	190	796
21:45	22:00	24	117	20	1	2	0	0	0	0	164	738
22:00	22:15	31	97	22	1	2	0	1	0	0	154	694
22:15	22:30	20	93	15	4	0	2	0	0	0	134	642
22:30	22:45	18	79	20	2	1	1	2	0	0	123	575
22:45	23:00	11	52	7	0	0	1	2	0	0	73	484



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	MIÉRCOLES
FECHA:	23 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	0	11	2	1	0	0	0	0	0	14	14
04:15	04:30	2	9	2	1	0	0	2	0	0	16	30
04:30	04:45	0	14	2	1	0	1	0	0	0	18	48
04:45	05:00	2	23	5	0	0	1	0	0	0	31	79
05:00	05:15	5	21	2	0	2	1	0	0	0	31	96
05:15	05:30	6	40	5	1	7	2	2	0	0	63	143
05:30	05:45	7	32	3	2	13	3	0	0	0	60	185
05:45	06:00	5	40	5	5	8	6	1	0	0	70	224
06:00	06:15	6	49	7	2	17	5	1	0	0	87	280
06:15	06:30	6	36	14	7	18	8	2	0	0	91	308
06:30	06:45	17	63	17	9	12	8	1	0	2	129	377
06:45	07:00	19	81	9	10	12	3	5	0	0	139	446
07:00	07:15	15	96	19	9	20	6	2	2	1	170	529
07:15	07:30	21	90	14	14	19	4	3	0	0	165	603
07:30	07:45	18	111	26	8	18	1	4	0	2	188	662
07:45	08:00	47	154	41	10	20	3	12	0	2	289	812
08:00	08:15	29	158	27	11	19	8	7	1	1	261	903
08:15	08:30	24	176	39	8	19	2	11	2	1	282	1020
08:30	08:45	22	152	32	12	17	3	6	1	1	246	1078
08:45	09:00	34	160	41	11	15	3	10	0	0	274	1063
09:00	09:15	26	145	48	12	21	2	8	1	2	265	1067
09:15	09:30	32	137	34	18	18	1	6	1	1	248	1033
09:30	09:45	29	124	44	11	16	3	4	1	0	232	1019
09:45	10:00	24	160	28	9	19	1	3	2	1	247	992

10:00	10:15	36	163	35	16	15	4	5	2	1	277	1004
10:15	10:30	29	169	41	9	22	3	11	2	2	288	1044
10:30	10:45	28	179	45	9	16	3	12	0	1	293	1105
10:45	11:00	29	171	47	14	16	1	3	0	0	281	1139
11:00	11:15	31	176	47	8	19	3	6	2	1	293	1155
11:15	11:30	30	162	42	12	16	2	8	0	1	273	1140
11:30	11:45	31	190	42	9	21	1	6	1	2	303	1150
11:45	12:00	34	166	41	15	18	5	5	0	1	285	1154
12:00	12:15	27	164	49	13	17	0	4	0	1	275	1136
12:15	12:30	83	177	41	15	18	3	8	1	0	346	1209
12:30	12:45	44	195	39	14	17	3	9	0	0	321	1227
12:45	13:00	46	192	28	14	17	3	6	1	0	307	1249
13:00	13:15	54	196	36	14	18	3	6	0	0	327	1301
13:15	13:30	38	184	42	11	16	2	10	2	0	305	1260
13:30	13:45	33	190	39	13	19	4	7	0	0	305	1244
13:45	14:00	57	186	27	12	16	3	6	0	0	307	1244
14:00	14:15	46	162	35	9	17	3	3	0	0	275	1192
14:15	14:30	38	188	40	16	17	0	8	0	0	307	1194
14:30	14:45	34	172	39	15	18	3	14	1	0	296	1185
14:45	15:00	35	200	29	11	18	3	5	1	1	303	1181
15:00	15:15	42	174	37	15	16	3	10	0	1	298	1204
15:15	15:30	46	172	37	13	17	2	8	0	0	295	1192
15:30	15:45	34	180	44	18	15	1	2	1	1	296	1192
15:45	16:00	39	197	37	17	19	4	13	0	0	326	1215
16:00	16:15	39	175	27	10	19	5	13	1	0	289	1206
16:15	16:30	31	167	33	12	17	3	9	0	2	274	1185
16:30	16:45	18	194	38	18	14	7	9	1	0	299	1188
16:45	17:00	35	156	40	9	19	2	6	0	0	267	1129
17:00	17:15	34	177	28	13	18	1	5	0	0	276	1116
17:15	17:30	27	170	31	11	18	2	6	1	1	267	1109
17:30	17:45	27	167	34	10	19	4	9	0	0	270	1080
17:45	18:00	34	180	35	6	16	5	4	0	0	280	1093
18:00	18:15	42	170	31	9	14	2	5	1	0	274	1091
18:15	18:30	49	199	40	12	19	4	5	0	0	328	1152
18:30	18:45	64	206	53	7	9	2	8	0	0	349	1231

18:45	19:00	53	195	48	8	18	11	3	0	1	337	1288
19:00	19:15	47	205	36	10	16	7	5	0	0	326	1340
19:15	19:30	60	204	30	7	17	5	2	0	0	325	1337
19:30	19:45	53	206	46	6	15	2	2	0	0	330	1318
19:45	20:00	35	203	34	4	15	3	1	0	0	295	1276
20:00	20:15	31	172	33	6	13	2	3	0	0	260	1210
20:15	20:30	30	175	32	4	9	2	1	0	0	253	1138
20:30	20:45	37	147	26	2	8	1	2	0	0	223	1031
20:45	21:00	46	157	28	4	7	1	0	0	0	243	979
21:00	21:15	29	149	20	5	9	1	0	0	0	213	932
21:15	21:30	34	130	23	3	4	0	2	0	0	196	875
21:30	21:45	39	108	24	3	7	0	1	0	1	183	835
21:45	22:00	28	88	17	3	4	0	5	0	0	145	737
22:00	22:15	18	85	14	2	1	0	3	0	0	123	647
22:15	22:30	28	81	16	3	2	0	2	0	0	132	583
22:30	22:45	29	56	16	1	0	2	2	0	0	106	506
22:45	23:00	29	51	13	2	0	1	0	0	0	96	457

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	JUEVES
FECHA:	24 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	0	7	3	1	0	0	1	0	0	12	12
04:15	04:30	1	15	3	1	0	1	1	0	0	22	34
04:30	04:45	1	22	1	0	0	1	0	1	0	26	60
04:45	05:00	1	21	4	2	0	2	0	0	0	30	90
05:00	05:15	2	20	2	1	2	0	0	0	0	27	105
05:15	05:30	2	36	3	1	7	2	2	0	0	53	136
05:30	05:45	6	36	7	2	15	1	0	0	0	67	177
05:45	06:00	7	46	5	4	13	5	0	1	1	82	229
06:00	06:15	9	49	7	3	17	5	1	0	0	91	293
06:15	06:30	7	48	10	6	15	4	0	0	0	90	330
06:30	06:45	18	63	14	14	16	4	1	1	0	131	394
06:45	07:00	18	85	14	11	15	2	1	1	0	147	459
07:00	07:15	14	106	11	13	19	4	2	0	1	170	538
07:15	07:30	23	100	20	8	21	2	3	0	0	177	625
07:30	07:45	27	109	22	9	18	4	5	2	0	196	690
07:45	08:00	36	196	24	10	20	3	3	2	1	295	838
08:00	08:15	31	151	19	14	16	6	9	2	1	249	917
08:15	08:30	43	144	18	10	18	2	8	0	2	245	985
08:30	08:45	29	175	26	13	21	4	7	0	0	275	1064
08:45	09:00	25	151	18	7	16	1	6	2	0	226	995
09:00	09:15	33	165	31	15	18	3	5	0	0	270	1016
09:15	09:30	24	140	25	12	19	3	10	1	1	235	1006
09:30	09:45	28	166	33	11	16	4	9	1	1	269	1000
09:45	10:00	31	175	28	14	18	1	6	3	2	278	1052

10:00	10:15	23	179	26	7	17	2	8	1	0	263	1045
10:15	10:30	31	180	36	13	16	3	6	1	1	287	1097
10:30	10:45	18	198	45	15	20	3	12	1	0	312	1140
10:45	11:00	21	193	24	12	15	2	9	1	1	278	1140
11:00	11:15	28	186	26	16	15	0	4	1	1	277	1154
11:15	11:30	30	187	34	8	14	4	8	0	2	287	1154
11:30	11:45	20	195	26	14	19	2	7	0	1	284	1126
11:45	12:00	36	211	33	12	18	3	10	0	2	325	1173
12:00	12:15	32	194	27	15	18	3	5	0	0	294	1190
12:15	12:30	31	203	31	16	16	2	6	0	0	305	1208
12:30	12:45	40	201	35	14	17	2	6	0	0	315	1239
12:45	13:00	45	198	22	11	17	4	4	0	1	302	1216
13:00	13:15	47	198	31	10	20	2	6	0	0	314	1236
13:15	13:30	41	225	32	12	19	1	10	1	1	342	1273
13:30	13:45	29	192	21	11	19	2	5	1	0	280	1238
13:45	14:00	63	188	28	7	15	3	3	1	1	309	1245
14:00	14:15	45	191	19	12	17	1	3	0	1	289	1220
14:15	14:30	38	194	18	7	18	1	7	1	0	284	1162
14:30	14:45	38	172	27	21	16	6	6	1	0	287	1169
14:45	15:00	37	172	25	8	18	2	9	2	1	274	1134
15:00	15:15	38	191	28	17	15	4	5	1	1	300	1145
15:15	15:30	37	206	23	13	19	3	6	1	0	308	1169
15:30	15:45	48	203	25	8	17	2	10	2	0	315	1197
15:45	16:00	41	196	39	14	14	7	6	2	0	319	1242
16:00	16:15	44	206	36	19	17	2	11	0	1	336	1278
16:15	16:30	33	226	34	12	15	3	11	1	1	336	1306
16:30	16:45	31	216	26	17	17	3	10	4	0	324	1315
16:45	17:00	34	248	40	15	16	4	9	1	1	368	1364
17:00	17:15	45	241	51	14	16	5	10	2	2	386	1414
17:15	17:30	38	245	32	14	20	4	10	0	2	365	1443
17:30	17:45	43	240	43	7	17	2	4	0	0	356	1475
17:45	18:00	32	227	34	14	16	4	5	1	0	333	1440
18:00	18:15	62	238	26	15	16	5	6	0	0	368	1422
18:15	18:30	49	249	34	10	15	4	7	0	0	368	1425
18:30	18:45	74	237	38	11	17	6	8	0	0	391	1460

18:45	19:00	54	237	32	9	12	8	7	0	1	360	1487
19:00	19:15	59	253	33	6	19	5	7	0	0	382	1501
19:15	19:30	57	270	33	10	15	6	2	0	0	393	1526
19:30	19:45	50	199	37	3	17	4	2	0	0	312	1447
19:45	20:00	56	217	27	11	15	2	2	3	0	333	1420
20:00	20:15	49	189	21	3	12	1	1	0	0	276	1314
20:15	20:30	50	183	23	6	10	1	2	0	1	276	1197
20:30	20:45	49	169	19	8	9	2	1	0	0	257	1142
20:45	21:00	52	167	21	3	6	1	0	0	0	250	1059
21:00	21:15	24	177	7	4	4	1	1	0	0	218	1001
21:15	21:30	34	140	13	1	2	0	3	1	0	194	919
21:30	21:45	32	128	8	2	0	0	2	1	0	173	835
21:45	22:00	28	113	10	5	3	1	0	0	0	160	745
22:00	22:15	34	107	10	5	0	0	3	0	0	159	686
22:15	22:30	25	91	7	3	3	1	3	1	0	134	626
22:30	22:45	22	102	7	2	2	1	0	1	0	137	590
22:45	23:00	24	68	10	0	0	0	1	1	0	104	534



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	VIERNES
FECHA:	25 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	1	7	1	2	0	0	0	1	0	12	12
04:15	04:30	2	12	2	3	0	1	0	0	0	20	32
04:30	04:45	0	21	0	0	0	2	0	1	0	24	56
04:45	05:00	2	21	1	0	1	1	0	0	0	26	82
05:00	05:15	5	20	3	0	1	1	1	0	0	31	101
05:15	05:30	4	27	2	2	9	1	0	0	0	45	126
05:30	05:45	5	35	3	1	13	2	0	0	1	60	162
05:45	06:00	10	38	7	6	14	1	0	1	0	77	213
06:00	06:15	7	54	7	4	17	5	1	0	1	96	278
06:15	06:30	9	48	7	9	14	9	2	4	0	102	335
06:30	06:45	9	64	9	9	17	8	3	0	0	119	394
06:45	07:00	18	87	17	11	11	3	3	0	0	150	467
07:00	07:15	21	109	22	14	17	3	8	0	0	194	565
07:15	07:30	20	121	12	8	18	5	1	0	0	185	648
07:30	07:45	22	107	27	9	21	3	7	2	1	199	728
07:45	08:00	29	153	23	11	19	2	6	1	0	244	822
08:00	08:15	30	157	22	20	21	5	8	0	0	263	891
08:15	08:30	25	148	23	16	15	2	5	0	0	234	940
08:30	08:45	22	187	34	8	20	2	6	1	0	280	1021
08:45	09:00	24	163	27	16	18	2	4	1	1	256	1033
09:00	09:15	27	143	28	11	17	2	11	1	0	240	1010
09:15	09:30	25	175	18	19	22	2	12	0	1	274	1050
09:30	09:45	25	149	23	20	17	2	9	1	0	246	1016
09:45	10:00	30	194	37	17	15	1	10	0	1	305	1065

10:00	10:15	33	189	24	18	21	3	8	0	1	297	1122
10:15	10:30	24	220	37	18	15	3	4	1	0	322	1170
10:30	10:45	39	189	28	22	18	4	5	0	1	306	1230
10:45	11:00	39	195	26	19	19	2	10	1	0	311	1236
11:00	11:15	34	202	33	14	14	1	6	0	1	305	1244
11:15	11:30	39	180	17	13	17	4	10	1	2	283	1205
11:30	11:45	20	199	24	22	22	3	10	1	1	302	1201
11:45	12:00	31	210	25	14	15	1	7	2	0	305	1195
12:00	12:15	33	227	26	10	17	2	2	0	0	317	1207
12:15	12:30	49	199	27	13	13	3	9	0	1	314	1238
12:30	12:45	46	213	27	15	14	5	12	0	2	334	1270
12:45	13:00	42	215	25	21	20	2	15	0	0	340	1305
13:00	13:15	44	224	34	17	24	3	8	0	0	354	1342
13:15	13:30	42	235	37	15	15	5	3	0	2	354	1382
13:30	13:45	45	189	32	19	19	4	6	0	1	315	1363
13:45	14:00	48	188	29	6	19	3	7	0	0	300	1323
14:00	14:15	38	208	26	8	16	2	6	1	1	306	1275
14:15	14:30	46	173	23	11	16	1	6	0	0	276	1197
14:30	14:45	37	175	26	14	18	2	7	0	0	279	1161
14:45	15:00	32	169	26	17	18	2	8	0	2	274	1135
15:00	15:15	36	209	27	22	19	3	8	0	1	325	1154
15:15	15:30	44	217	28	17	13	2	13	0	0	334	1212
15:30	15:45	33	195	20	15	18	4	6	1	0	292	1225
15:45	16:00	38	216	13	7	14	4	9	0	0	301	1252
16:00	16:15	42	219	20	7	15	3	7	1	2	316	1243
16:15	16:30	31	203	20	14	19	2	5	0	1	295	1204
16:30	16:45	28	233	26	12	16	2	4	1	0	322	1234
16:45	17:00	37	219	21	14	18	4	10	1	0	324	1257
17:00	17:15	47	230	34	28	21	3	5	1	1	370	1311
17:15	17:30	45	219	21	20	16	5	8	1	0	335	1351
17:30	17:45	46	260	36	16	14	3	3	0	0	378	1407
17:45	18:00	59	247	26	14	21	5	4	1	0	377	1460
18:00	18:15	42	228	34	15	14	5	7	2	0	347	1437
18:15	18:30	48	247	24	18	18	4	7	0	0	366	1468
18:30	18:45	55	255	28	6	14	5	3	1	0	367	1457

18:45	19:00	49	228	26	14	17	7	3	0	1	345	1425
19:00	19:15	56	275	25	16	16	8	3	0	0	399	1477
19:15	19:30	58	234	22	8	18	4	1	0	0	345	1456
19:30	19:45	65	262	28	8	17	4	8	1	0	393	1482
19:45	20:00	44	223	26	7	10	3	2	1	0	316	1453
20:00	20:15	38	251	31	12	12	4	4	1	0	353	1407
20:15	20:30	41	224	23	8	6	0	2	1	0	305	1367
20:30	20:45	43	235	20	7	6	3	2	1	1	318	1292
20:45	21:00	42	181	12	2	4	2	4	0	0	247	1223
21:00	21:15	31	175	20	6	5	2	2	1	0	242	1112
21:15	21:30	34	187	20	10	4	0	2	0	0	257	1064
21:30	21:45	33	161	8	3	2	0	2	0	0	209	955
21:45	22:00	34	163	10	6	5	1	3	1	0	223	931
22:00	22:15	35	131	7	4	1	1	0	1	0	180	869
22:15	22:30	26	123	12	1	2	1	0	1	0	166	778
22:30	22:45	20	105	8	1	3	1	3	2	0	143	712
22:45	23:00	23	84	11	5	0	1	1	0	0	125	614

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	SÁBADO
FECHA:	26 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	1	11	1	0	0	0	0	0	0	13	13
04:15	04:30	2	20	2	0	0	0	0	0	0	24	37
04:30	04:45	3	20	3	1	0	1	0	0	1	29	66
04:45	05:00	0	17	2	0	0	1	0	1	0	21	87
05:00	05:15	3	28	4	0	2	0	1	1	0	39	113
05:15	05:30	1	41	5	1	11	2	1	1	0	63	152
05:30	05:45	5	34	4	1	12	1	0	2	0	59	182
05:45	06:00	5	42	6	4	13	4	0	0	0	74	235
06:00	06:15	8	48	2	6	17	3	1	0	0	85	281
06:15	06:30	8	48	9	10	14	6	1	0	0	96	314
06:30	06:45	2	55	7	5	15	5	2	0	0	91	346
06:45	07:00	16	76	14	9	14	5	1	1	0	136	408
07:00	07:15	11	101	9	6	17	8	2	0	1	155	478
07:15	07:30	27	115	11	8	21	3	2	2	0	189	571
07:30	07:45	27	105	11	7	19	2	6	1	0	178	658
07:45	08:00	29	114	11	16	16	1	9	1	0	197	719
08:00	08:15	26	138	25	9	20	5	9	0	1	233	797
08:15	08:30	27	160	14	9	17	4	8	1	0	240	848
08:30	08:45	29	128	18	12	20	5	11	0	1	224	894
08:45	09:00	29	139	13	9	16	4	2	0	1	213	910
09:00	09:15	23	187	20	11	19	3	8	0	0	271	948
09:15	09:30	25	155	20	15	16	3	7	1	0	242	950
09:30	09:45	25	179	25	7	19	3	8	1	2	269	995
09:45	10:00	28	187	27	14	15	3	10	0	0	284	1066

10:00	10:15	35	185	30	9	15	3	14	2	0	293	1088
10:15	10:30	37	207	24	17	21	1	4	1	0	312	1158
10:30	10:45	24	221	24	16	14	3	7	1	2	312	1201
10:45	11:00	22	200	26	13	16	3	10	3	0	293	1210
11:00	11:15	23	240	31	17	17	2	8	1	1	340	1257
11:15	11:30	34	225	29	12	18	3	7	0	0	328	1273
11:30	11:45	40	243	39	13	17	4	5	0	0	361	1322
11:45	12:00	29	256	35	8	13	5	8	1	0	355	1384
12:00	12:15	35	263	33	11	21	0	16	2	0	381	1425
12:15	12:30	30	234	34	13	15	5	5	1	1	338	1435
12:30	12:45	49	250	39	10	16	3	9	0	0	376	1450
12:45	13:00	44	240	28	15	17	2	10	1	0	357	1452
13:00	13:15	44	261	35	16	14	3	4	1	0	378	1449
13:15	13:30	66	251	20	11	13	3	8	0	0	372	1483
13:30	13:45	59	277	26	18	20	3	9	0	0	412	1519
13:45	14:00	39	250	27	11	17	4	5	0	0	353	1515
14:00	14:15	44	266	21	13	18	4	8	0	0	374	1511
14:15	14:30	41	229	31	9	15	2	9	2	0	338	1477
14:30	14:45	50	181	20	12	9	7	10	0	1	290	1355
14:45	15:00	47	213	22	12	19	4	3	2	0	322	1324
15:00	15:15	36	233	23	14	19	5	4	1	0	335	1285
15:15	15:30	47	242	22	15	15	2	7	0	0	350	1297
15:30	15:45	41	209	17	17	12	2	8	0	0	306	1313
15:45	16:00	43	236	17	12	15	4	6	1	0	334	1325
16:00	16:15	39	207	29	10	15	4	2	1	2	309	1299
16:15	16:30	35	243	28	8	13	3	7	0	0	337	1286
16:30	16:45	30	251	23	16	17	9	3	0	0	349	1329
16:45	17:00	35	222	33	9	16	1	8	1	0	325	1320
17:00	17:15	41	265	37	10	16	5	6	0	0	380	1391
17:15	17:30	35	279	19	7	17	4	7	1	2	371	1425
17:30	17:45	41	297	33	17	17	4	8	0	0	417	1493
17:45	18:00	53	246	32	17	20	1	8	0	0	377	1545
18:00	18:15	29	271	27	10	14	2	10	0	0	363	1528
18:15	18:30	54	258	22	7	12	2	4	0	0	359	1516
18:30	18:45	51	243	26	16	15	5	3	1	0	360	1459

18:45	19:00	52	286	23	8	19	3	3	0	0	394	1476
19:00	19:15	48	249	22	10	15	2	4	1	0	351	1464
19:15	19:30	57	234	16	3	14	5	4	0	0	333	1438
19:30	19:45	46	248	28	4	10	5	4	1	0	346	1424
19:45	20:00	53	260	29	6	12	3	1	0	0	364	1394
20:00	20:15	51	232	21	8	10	2	5	0	0	329	1372
20:15	20:30	65	230	19	5	5	3	1	0	0	328	1367
20:30	20:45	44	241	20	4	5	0	1	0	0	315	1336
20:45	21:00	55	208	16	8	8	1	0	0	1	297	1269
21:00	21:15	55	189	17	4	5	1	1	0	0	272	1212
21:15	21:30	42	193	9	4	2	0	0	1	0	251	1135
21:30	21:45	49	139	10	2	4	0	1	0	0	205	1025
21:45	22:00	36	155	13	1	2	0	0	0	0	207	935
22:00	22:15	24	143	14	2	1	0	0	0	0	184	847
22:15	22:30	32	142	15	4	1	1	0	0	0	195	791
22:30	22:45	30	110	7	1	0	1	0	0	0	149	735
22:45	23:00	26	111	7	1	0	1	1	1	1	149	677

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. AMERICA SUR - SUR / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	DOMINGO
FECHA:	27 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	2	17	1	0	0	1	0	0	0	21	21
04:15	04:30	1	24	1	2	0	0	0	0	0	28	49
04:30	04:45	1	18	1	0	0	2	1	0	0	23	72
04:45	05:00	0	17	1	0	0	2	0	0	0	20	92
05:00	05:15	3	27	1	1	1	0	0	0	0	33	104
05:15	05:30	5	24	3	0	2	1	0	0	0	35	111
05:30	05:45	1	24	3	0	9	0	0	0	1	38	126
05:45	06:00	4	32	1	1	6	0	0	0	0	44	150
06:00	06:15	2	35	4	2	5	4	0	0	1	53	170
06:15	06:30	7	34	2	2	7	3	0	1	0	56	191
06:30	06:45	7	42	8	1	8	4	0	0	0	70	223
06:45	07:00	12	56	5	3	7	5	2	1	0	91	270
07:00	07:15	14	62	7	1	8	7	1	2	0	102	319
07:15	07:30	13	59	9	4	9	2	1	1	0	98	361
07:30	07:45	15	81	6	4	9	3	0	0	0	118	409
07:45	08:00	11	55	4	5	6	2	1	1	0	85	403
08:00	08:15	9	54	7	5	11	2	0	0	0	88	389
08:15	08:30	9	63	5	5	11	1	1	0	0	95	386
08:30	08:45	8	62	9	5	10	2	1	0	0	97	365
08:45	09:00	10	72	6	4	7	3	0	0	0	102	382
09:00	09:15	17	74	3	3	9	2	2	2	0	112	406

09:15	09:30	12	74	7	4	13	1	1	0	0	112	423
09:30	09:45	12	64	3	3	9	2	1	0	0	94	420
09:45	10:00	19	104	10	4	12	2	0	0	1	152	470
10:00	10:15	18	84	5	4	9	1	0	1	0	122	480
10:15	10:30	20	87	4	3	11	2	0	0	0	127	495
10:30	10:45	20	102	6	6	9	1	0	0	0	144	545
10:45	11:00	13	91	14	5	10	2	3	0	1	139	532
11:00	11:15	22	136	11	7	10	3	1	0	0	190	600
11:15	11:30	21	117	7	8	8	2	1	0	0	164	637
11:30	11:45	25	133	11	4	12	3	0	0	0	188	681
11:45	12:00	28	116	11	4	8	1	3	0	0	171	713
12:00	12:15	23	119	14	5	13	1	1	0	0	176	699
12:15	12:30	41	147	4	7	7	2	0	0	1	209	744
12:30	12:45	30	146	11	7	10	1	1	1	1	208	764
12:45	13:00	29	153	9	6	10	1	3	0	0	211	804
13:00	13:15	35	143	12	0	26	3	1	0	0	220	848
13:15	13:30	44	146	10	3	15	3	5	1	0	227	866
13:30	13:45	41	147	10	7	10	1	3	0	0	219	877
13:45	14:00	28	135	12	7	10	0	0	0	0	192	858
14:00	14:15	39	134	7	3	9	2	1	0	0	195	833
14:15	14:30	41	125	6	7	9	1	0	1	0	190	796
14:30	14:45	37	114	7	5	11	3	2	0	1	180	757
14:45	15:00	29	114	8	2	7	1	2	0	0	163	728
15:00	15:15	37	120	9	2	11	4	0	0	0	183	716
15:15	15:30	32	136	7	4	8	1	0	0	0	188	714
15:30	15:45	33	119	2	3	10	2	0	0	1	170	704
15:45	16:00	23	118	5	4	8	2	0	0	2	162	703
16:00	16:15	25	126	4	3	10	1	0	0	0	169	689
16:15	16:30	35	103	3	2	10	1	0	0	0	154	655
16:30	16:45	17	117	10	1	9	2	1	0	0	157	642
16:45	17:00	20	101	5	6	7	1	3	0	1	144	624
17:00	17:15	22	118	3	2	7	3	2	0	0	157	612

17:15	17:30	20	104	4	6	7	2	0	0	0	143	601
17:30	17:45	18	83	6	0	11	2	1	0	0	121	565
17:45	18:00	20	73	4	1	7	1	1	0	0	107	528
18:00	18:15	25	108	5	3	7	1	2	0	0	151	522
18:15	18:30	30	132	13	1	10	2	0	0	0	188	567
18:30	18:45	34	145	7	3	9	1	0	0	1	200	646
18:45	19:00	35	154	5	4	8	2	1	0	0	209	748
19:00	19:15	33	126	7	2	8	1	0	1	1	179	776
19:15	19:30	28	142	7	3	9	1	2	0	0	192	780
19:30	19:45	34	136	6	2	9	1	3	0	0	191	771
19:45	20:00	34	123	7	4	7	0	2	0	0	177	739
20:00	20:15	36	137	6	4	6	4	0	0	0	193	753
20:15	20:30	32	127	9	2	6	2	1	0	0	179	740
20:30	20:45	30	127	6	1	4	0	0	0	0	168	717
20:45	21:00	33	113	7	6	3	0	0	0	0	162	702
21:00	21:15	30	106	5	2	4	0	0	0	0	147	656
21:15	21:30	25	101	4	0	1	2	2	0	0	135	612
21:30	21:45	26	99	1	2	2	1	0	0	0	131	575
21:45	22:00	28	105	2	2	1	0	0	0	1	139	552
22:00	22:15	23	88	6	0	0	0	0	0	0	117	522
22:15	22:30	21	83	5	2	0	0	0	0	0	111	498
22:30	22:45	17	64	3	2	0	1	0	0	0	87	454
22:45	23:00	16	51	4	1	0	0	0	0	0	72	387



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	LUNES
FECHA:	21 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	4	10	0	0	0	0	0	0	14	14
04:15	04:30	1	3	1	0	0	0	0	0	5	19
04:30	04:45	2	5	0	0	0	0	0	0	7	26
04:45	05:00	3	10	0	1	0	0	0	0	14	40
05:00	05:15	2	19	0	0	0	0	0	0	21	47
05:15	05:30	0	10	2	1	0	0	0	0	13	55
05:30	05:45	5	12	1	1	0	0	0	0	19	67
05:45	06:00	4	22	1	1	0	1	0	0	29	82
06:00	06:15	2	19	0	0	1	0	0	0	22	83
06:15	06:30	7	18	2	0	0	0	0	0	27	97
06:30	06:45	14	41	0	3	0	1	0	0	59	137
06:45	07:00	8	42	1	3	0	0	0	0	54	162
07:00	07:15	8	81	7	3	2	0	0	0	101	241
07:15	07:30	8	70	7	0	1	0	2	0	88	302
07:30	07:45	8	81	7	3	4	0	0	0	103	346
07:45	08:00	8	82	17	3	3	0	1	0	114	406
08:00	08:15	15	128	17	3	4	0	0	0	167	472
08:15	08:30	11	109	17	5	4	1	3	0	150	534
08:30	08:45	14	122	22	4	3	0	1	0	166	597
08:45	09:00	14	126	20	3	4	0	0	0	168	651
09:00	09:15	10	123	26	8	4	0	1	0	172	656
09:15	09:30	11	151	20	5	4	0	0	0	191	697
09:30	09:45	10	154	19	2	3	0	1	0	189	720
09:45	10:00	21	143	24	4	3	0	3	0	198	750

10:00	10:15	15	133	28	6	4	0	5	0	0	191	769
10:15	10:30	9	155	25	6	4	0	2	0	0	201	779
10:30	10:45	21	137	23	5	3	0	3	0	0	192	782
10:45	11:00	26	169	28	3	3	0	1	0	0	230	814
11:00	11:15	24	168	27	4	3	0	1	0	0	227	850
11:15	11:30	11	154	23	2	4	1	1	0	0	196	845
11:30	11:45	24	175	34	2	3	1	1	0	0	240	893
11:45	12:00	23	144	19	5	3	0	2	0	0	196	859
12:00	12:15	33	172	25	7	5	0	1	0	0	243	875
12:15	12:30	25	168	33	4	4	1	1	0	0	236	915
12:30	12:45	23	165	42	7	3	0	0	1	0	241	916
12:45	13:00	43	158	36	4	3	0	1	0	0	245	965
13:00	13:15	34	153	40	4	4	0	2	0	0	237	959
13:15	13:30	35	186	38	3	5	0	2	0	0	269	992
13:30	13:45	31	154	40	4	4	1	4	0	0	238	989
13:45	14:00	35	159	32	7	3	0	3	0	0	239	983
14:00	14:15	33	132	27	2	3	0	1	0	0	198	944
14:15	14:30	32	116	31	4	4	0	3	0	0	190	865
14:30	14:45	22	124	23	1	4	0	1	0	0	175	802
14:45	15:00	25	124	23	2	5	0	0	0	0	179	742
15:00	15:15	28	140	21	2	4	0	4	0	0	199	743
15:15	15:30	22	137	19	3	3	0	4	1	0	189	742
15:30	15:45	33	148	27	4	5	0	1	0	0	218	785
15:45	16:00	26	120	30	4	3	0	1	1	0	185	791
16:00	16:15	30	136	35	4	3	0	3	0	0	211	803
16:15	16:30	24	140	34	6	2	0	1	0	0	207	821
16:30	16:45	27	165	36	3	4	0	3	0	0	238	841
16:45	17:00	29	177	19	3	4	0	4	0	0	236	892
17:00	17:15	31	186	24	7	3	0	2	0	0	253	934
17:15	17:30	29	197	31	0	4	0	3	0	0	264	991
17:30	17:45	30	190	35	8	4	0	2	0	0	269	1022
17:45	18:00	34	166	39	2	3	0	3	0	0	247	1033
18:00	18:15	30	198	45	4	4	0	2	0	0	283	1063
18:15	18:30	40	185	37	4	3	1	2	0	0	272	1071
18:30	18:45	27	192	39	2	5	0	1	0	0	266	1068

18:45	19:00	36	178	49	6	5	0	2	0	0	276	1097
19:00	19:15	34	164	54	2	3	0	0	0	0	257	1071
19:15	19:30	28	180	44	2	4	0	1	0	0	259	1058
19:30	19:45	30	171	37	2	4	0	1	0	0	245	1037
19:45	20:00	34	165	45	4	2	0	1	0	0	251	1012
20:00	20:15	44	167	34	2	3	0	0	0	0	250	1005
20:15	20:30	27	165	28	1	3	0	0	0	0	224	970
20:30	20:45	23	130	31	3	3	0	1	0	0	191	916
20:45	21:00	30	128	22	0	2	0	0	0	0	182	847
21:00	21:15	43	124	21	0	2	1	1	0	0	192	789
21:15	21:30	16	107	16	0	2	0	1	0	0	142	707
21:30	21:45	18	114	23	1	0	0	0	0	0	156	672
21:45	22:00	20	82	12	0	0	0	2	0	0	116	606
22:00	22:15	22	57	13	0	0	1	0	0	0	93	507
22:15	22:30	24	57	13	0	0	0	0	0	0	94	459
22:30	22:45	11	42	13	1	0	0	0	0	0	67	370
22:45	23:00	14	33	12	0	0	0	1	0	0	60	314

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	MARTES
FECHA:	22 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	7	1	0	0	0	0	0	8	8
04:15	04:30	2	9	1	0	0	0	0	0	12	20
04:30	04:45	2	6	0	0	0	0	0	0	8	28
04:45	05:00	1	10	2	0	0	0	0	0	13	41
05:00	05:15	3	22	4	1	0	0	0	0	30	63
05:15	05:30	1	9	2	0	0	1	0	0	13	64
05:30	05:45	6	18	4	1	0	0	0	0	29	85
05:45	06:00	4	15	0	0	1	0	0	0	20	92
06:00	06:15	7	22	4	0	1	0	1	0	35	97
06:15	06:30	6	24	6	2	0	0	0	0	38	122
06:30	06:45	6	31	3	1	3	0	2	0	46	139
06:45	07:00	11	45	9	0	0	0	0	0	65	184
07:00	07:15	13	66	8	5	2	0	1	0	95	244
07:15	07:30	7	78	7	0	2	0	1	0	95	301
07:30	07:45	9	90	13	2	2	0	2	0	118	373
07:45	08:00	18	109	19	1	3	0	1	0	151	459
08:00	08:15	14	116	12	3	4	0	0	0	149	513
08:15	08:30	13	113	11	1	4	0	3	1	146	564
08:30	08:45	12	134	19	6	4	0	2	0	177	623
08:45	09:00	21	150	19	2	2	0	0	0	194	666
09:00	09:15	17	148	20	5	5	0	1	0	196	713
09:15	09:30	21	155	18	1	1	0	1	0	197	764
09:30	09:45	14	143	22	5	4	0	3	0	191	778
09:45	10:00	23	170	30	1	4	0	3	0	231	815

10:00	10:15	19	162	25	2	3	0	2	0	0	213	832
10:15	10:30	19	178	22	0	4	0	3	0	0	226	861
10:30	10:45	21	191	27	4	3	0	2	0	0	248	918
10:45	11:00	17	172	27	1	4	0	2	1	0	224	911
11:00	11:15	30	188	29	4	3	0	2	0	0	256	954
11:15	11:30	16	169	26	6	4	0	6	1	0	228	956
11:30	11:45	22	195	26	3	3	0	2	0	0	251	959
11:45	12:00	20	190	26	3	3	0	0	0	0	242	977
12:00	12:15	31	197	30	7	4	0	0	0	0	269	990
12:15	12:30	31	184	34	5	3	0	1	0	0	258	1020
12:30	12:45	29	188	31	6	5	0	4	0	0	263	1032
12:45	13:00	30	185	44	4	2	0	1	0	0	266	1056
13:00	13:15	40	167	41	1	4	0	1	0	0	254	1041
13:15	13:30	32	192	38	5	3	0	2	0	0	272	1055
13:30	13:45	33	176	35	6	5	0	1	0	0	256	1048
13:45	14:00	30	159	33	3	4	0	3	0	0	232	1014
14:00	14:15	35	156	25	3	4	0	2	0	0	225	985
14:15	14:30	27	149	31	2	3	0	3	0	0	215	928
14:30	14:45	35	129	25	1	4	0	3	0	0	197	869
14:45	15:00	26	139	19	7	3	0	3	0	0	197	834
15:00	15:15	27	151	26	2	4	0	3	0	0	213	822
15:15	15:30	32	127	18	4	3	0	2	1	0	187	794
15:30	15:45	24	155	26	4	3	0	2	0	0	214	811
15:45	16:00	21	169	33	1	4	0	2	0	0	230	844
16:00	16:15	24	194	39	2	2	0	2	0	0	263	894
16:15	16:30	36	177	31	6	3	0	2	0	0	255	962
16:30	16:45	29	193	18	6	4	0	1	0	0	251	999
16:45	17:00	24	180	27	2	3	0	3	0	0	239	1008
17:00	17:15	25	198	33	9	3	1	3	0	0	272	1017
17:15	17:30	31	187	34	4	4	0	4	0	0	264	1026
17:30	17:45	21	227	26	4	4	0	0	0	0	282	1057
17:45	18:00	27	223	35	4	3	0	2	0	0	294	1112
18:00	18:15	39	217	35	3	3	0	2	0	0	299	1139
18:15	18:30	44	185	38	1	2	0	4	0	0	274	1149
18:30	18:45	40	207	45	1	2	0	1	0	0	296	1163

18:45	19:00	45	244	47	2	6	0	1	0	0	345	1214
19:00	19:15	36	189	21	1	4	0	0	0	0	251	1166
19:15	19:30	42	195	34	1	4	0	2	0	0	278	1170
19:30	19:45	32	192	39	3	5	0	0	0	0	271	1145
19:45	20:00	35	197	40	2	3	0	1	0	0	278	1078
20:00	20:15	38	170	39	2	5	0	3	0	0	257	1084
20:15	20:30	36	182	28	3	2	0	0	0	0	251	1057
20:30	20:45	31	195	28	3	2	0	0	0	0	259	1045
20:45	21:00	26	147	23	2	2	0	0	0	0	200	967
21:00	21:15	30	142	19	0	2	0	0	0	0	193	903
21:15	21:30	29	150	16	3	2	1	0	0	0	201	853
21:30	21:45	25	87	12	1	1	0	0	0	0	126	720
21:45	22:00	31	84	18	2	0	1	1	0	0	137	657
22:00	22:15	22	88	14	0	0	0	0	0	0	124	588
22:15	22:30	15	53	16	1	0	0	1	0	0	86	473
22:30	22:45	18	48	14	0	0	0	0	0	0	80	427
22:45	23:00	12	53	11	0	0	0	0	1	0	77	367

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	MIÉRCOLES
FECHA:	23 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	2	10	0	1	0	0	0	0	0	13	13
04:15	04:30	2	10	1	0	0	0	0	0	0	13	26
04:30	04:45	0	8	0	1	0	0	0	0	0	9	35
04:45	05:00	0	6	2	0	0	0	0	0	0	8	43
05:00	05:15	2	16	3	2	0	0	0	0	0	23	53
05:15	05:30	5	16	4	2	0	0	2	0	0	29	69
05:30	05:45	5	20	1	0	0	0	0	0	0	26	86
05:45	06:00	3	11	2	0	0	1	1	0	0	18	96
06:00	06:15	4	28	5	1	0	1	1	0	0	40	113
06:15	06:30	6	27	8	0	0	0	0	0	0	41	125
06:30	06:45	13	37	6	1	0	1	0	0	0	58	157
06:45	07:00	8	47	6	2	2	0	1	0	0	66	205
07:00	07:15	18	71	5	4	2	0	1	0	0	101	266
07:15	07:30	11	74	6	1	5	1	0	0	0	98	323
07:30	07:45	15	97	12	1	2	0	3	0	0	130	395
07:45	08:00	8	108	12	0	3	0	1	0	0	132	461
08:00	08:15	18	134	18	1	4	1	4	0	0	180	540
08:15	08:30	17	128	18	4	4	0	3	0	0	174	616
08:30	08:45	19	147	13	2	4	0	2	0	0	187	673
08:45	09:00	20	153	22	4	4	0	2	0	0	205	746
09:00	09:15	20	164	21	0	3	0	2	0	0	210	776
09:15	09:30	23	136	19	1	4	0	3	0	0	186	788
09:30	09:45	24	175	20	2	3	0	6	0	1	231	832
09:45	10:00	20	172	18	0	4	0	0	0	0	214	841

10:00	10:15	31	192	23	5	3	0	3	0	0	257	888
10:15	10:30	19	173	33	5	4	0	2	0	0	236	938
10:30	10:45	27	154	13	2	3	0	3	0	0	202	909
10:45	11:00	24	185	18	5	2	0	6	0	0	240	935
11:00	11:15	26	186	23	7	3	0	3	0	0	248	926
11:15	11:30	27	189	26	9	3	0	4	0	0	258	948
11:30	11:45	24	223	24	5	3	0	1	0	0	280	1026
11:45	12:00	25	200	24	3	6	0	3	0	0	261	1047
12:00	12:15	36	178	24	5	3	0	0	0	0	246	1045
12:15	12:30	36	174	30	5	4	1	0	0	0	250	1037
12:30	12:45	34	202	33	4	4	0	2	0	0	279	1036
12:45	13:00	35	186	32	4	4	0	1	0	0	262	1037
13:00	13:15	32	206	30	3	2	0	6	0	0	279	1070
13:15	13:30	29	221	32	3	4	0	3	0	1	293	1113
13:30	13:45	28	171	32	10	3	0	1	0	0	245	1079
13:45	14:00	36	184	29	2	3	0	2	0	0	256	1073
14:00	14:15	34	179	25	2	4	0	3	0	0	247	1041
14:15	14:30	35	154	20	5	3	0	2	0	0	219	967
14:30	14:45	20	148	22	2	4	0	1	0	0	197	919
14:45	15:00	27	148	22	2	5	0	4	0	0	208	871
15:00	15:15	48	156	25	3	3	0	3	0	0	238	862
15:15	15:30	34	163	21	1	3	0	3	0	0	225	868
15:30	15:45	34	164	30	4	3	0	1	0	0	236	907
15:45	16:00	25	174	20	4	4	0	5	0	1	233	932
16:00	16:15	27	169	21	5	2	0	2	0	0	226	920
16:15	16:30	28	146	21	1	4	0	0	0	0	200	895
16:30	16:45	26	156	20	5	3	0	3	0	0	213	872
16:45	17:00	19	160	19	4	3	0	2	0	0	207	846
17:00	17:15	26	158	23	3	2	0	3	0	0	215	835
17:15	17:30	29	167	22	4	2	0	2	0	0	226	861
17:30	17:45	23	146	10	5	3	0	1	0	0	188	836
17:45	18:00	22	148	13	2	2	0	1	0	1	189	818
18:00	18:15	40	158	20	6	4	0	2	0	0	230	833
18:15	18:30	46	176	25	2	4	0	3	0	0	256	863
18:30	18:45	29	185	22	2	2	1	1	0	0	242	917

18:45	19:00	39	194	25	0	3	0	1	0	0	262	990
19:00	19:15	36	220	26	3	2	0	1	0	0	288	1048
19:15	19:30	29	256	29	0	3	0	1	0	0	318	1110
19:30	19:45	39	187	20	2	3	0	0	0	0	251	1119
19:45	20:00	47	198	32	2	5	0	3	0	0	287	1144
20:00	20:15	37	174	31	0	3	0	1	0	0	246	1102
20:15	20:30	32	192	27	5	2	0	2	0	0	260	1044
20:30	20:45	44	187	27	3	2	0	1	0	0	264	1057
20:45	21:00	28	133	18	5	2	0	0	0	0	186	956
21:00	21:15	24	143	19	0	2	0	0	0	0	188	898
21:15	21:30	31	125	17	1	1	0	0	0	0	175	813
21:30	21:45	21	107	13	0	0	0	1	0	0	142	691
21:45	22:00	29	91	13	0	1	1	0	0	0	135	640
22:00	22:15	23	85	5	0	0	0	1	0	0	114	566
22:15	22:30	17	74	8	1	0	0	1	0	0	101	492
22:30	22:45	10	63	11	1	0	0	0	0	0	85	435
22:45	23:00	14	42	9	0	0	0	0	0	0	65	365

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	JUEVES
FECHA:	24 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	3	8	0	0	0	0	0	0	11	11
04:15	04:30	1	3	1	0	0	0	0	0	5	16
04:30	04:45	2	20	1	0	0	0	0	0	23	39
04:45	05:00	1	15	1	0	0	0	0	0	17	56
05:00	05:15	1	10	3	2	0	0	0	0	16	61
05:15	05:30	3	12	1	2	0	1	0	0	19	75
05:30	05:45	6	20	3	0	0	0	1	0	30	82
05:45	06:00	10	26	1	1	0	3	0	0	41	106
06:00	06:15	3	34	2	2	0	0	0	0	41	131
06:15	06:30	6	31	4	2	1	0	0	0	44	156
06:30	06:45	7	43	2	1	1	1	0	0	55	181
06:45	07:00	12	64	6	2	1	0	0	0	85	225
07:00	07:15	14	84	5	2	2	0	0	0	107	291
07:15	07:30	10	71	4	1	4	0	1	0	91	338
07:30	07:45	8	81	11	0	4	0	1	0	105	388
07:45	08:00	18	111	9	1	3	0	3	2	147	450
08:00	08:15	11	113	7	5	4	0	2	0	142	485
08:15	08:30	11	139	9	3	5	0	1	0	168	562
08:30	08:45	14	139	11	0	3	0	2	0	169	626
08:45	09:00	26	141	12	4	4	0	0	0	187	666
09:00	09:15	14	166	13	2	4	0	2	0	201	725
09:15	09:30	17	166	14	2	3	0	3	0	205	762
09:30	09:45	21	153	11	5	3	0	1	0	194	787
09:45	10:00	28	186	19	3	4	0	4	0	244	844

10:00	10:15	20	176	13	4	3	0	3	0	0	219	862
10:15	10:30	25	196	18	7	2	0	3	0	0	251	908
10:30	10:45	26	176	10	3	3	0	2	0	0	220	934
10:45	11:00	17	168	14	4	3	0	3	0	0	209	899
11:00	11:15	25	182	17	2	3	0	2	0	0	231	911
11:15	11:30	26	177	23	2	4	0	2	0	0	234	894
11:30	11:45	27	184	16	3	2	2	5	0	0	239	913
11:45	12:00	33	210	25	6	4	0	5	0	0	283	987
12:00	12:15	19	210	21	6	3	2	3	0	0	264	1020
12:15	12:30	33	150	18	6	6	0	1	0	0	214	1000
12:30	12:45	36	199	15	3	2	2	2	0	0	259	1020
12:45	13:00	41	180	17	5	5	0	2	0	0	250	987
13:00	13:15	38	202	25	3	3	0	3	0	0	274	997
13:15	13:30	42	194	26	5	5	0	2	0	0	274	1057
13:30	13:45	33	181	30	7	3	0	1	0	0	255	1053
13:45	14:00	33	165	30	2	3	0	3	0	0	236	1039
14:00	14:15	38	166	19	0	4	0	3	0	0	230	995
14:15	14:30	30	170	10	1	3	0	1	0	0	215	936
14:30	14:45	30	139	16	4	6	0	0	0	0	195	876
14:45	15:00	30	156	22	1	4	1	2	0	0	216	856
15:00	15:15	35	155	19	7	3	0	1	0	0	220	846
15:15	15:30	36	155	28	2	4	0	3	0	0	228	859
15:30	15:45	35	178	21	4	4	0	3	0	0	245	909
15:45	16:00	29	178	28	3	3	0	2	1	0	244	937
16:00	16:15	30	186	35	4	3	0	3	0	0	261	978
16:15	16:30	38	170	25	2	3	0	3	0	0	241	991
16:30	16:45	34	191	21	4	3	0	2	0	0	255	1001
16:45	17:00	31	190	20	3	3	0	2	0	0	249	1006
17:00	17:15	28	200	28	5	5	0	5	0	0	271	1016
17:15	17:30	36	190	25	6	4	0	3	0	0	264	1039
17:30	17:45	27	195	24	11	4	0	0	0	0	261	1045
17:45	18:00	32	191	26	1	2	0	1	0	0	253	1049
18:00	18:15	37	178	36	4	4	0	2	0	0	261	1039
18:15	18:30	41	246	27	2	4	0	0	0	0	320	1095
18:30	18:45	46	240	32	4	4	0	5	0	0	331	1165

18:45	19:00	48	261	39	5	4	0	1	0	0	358	1270
19:00	19:15	63	239	27	1	5	0	1	0	0	336	1345
19:15	19:30	57	198	31	2	4	0	2	0	0	294	1319
19:30	19:45	45	214	28	2	3	0	0	0	0	292	1280
19:45	20:00	46	217	23	1	4	0	1	0	0	292	1214
20:00	20:15	37	220	34	2	3	0	1	0	0	297	1175
20:15	20:30	37	185	19	2	2	0	0	0	0	245	1126
20:30	20:45	46	191	19	1	1	0	1	0	0	259	1093
20:45	21:00	40	162	24	2	1	0	1	0	0	230	1031
21:00	21:15	30	161	9	2	1	0	1	0	0	204	938
21:15	21:30	28	134	12	1	0	0	0	0	0	175	868
21:30	21:45	36	116	10	2	0	0	1	0	0	165	774
21:45	22:00	25	122	6	1	0	0	1	0	0	155	699
22:00	22:15	32	97	10	0	0	1	0	0	0	140	635
22:15	22:30	14	86	12	0	0	0	2	0	0	114	574
22:30	22:45	21	75	7	1	0	0	0	0	0	104	513
22:45	23:00	10	57	6	0	0	0	0	0	0	73	431

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	VIERNES
FECHA:	25 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	0	9	1	1	0	0	0	0	0	11	11
04:15	04:30	2	9	2	1	0	0	0	0	0	14	25
04:30	04:45	1	9	0	0	0	0	0	0	0	10	35
04:45	05:00	2	12	0	0	0	0	0	0	0	14	49
05:00	05:15	4	24	2	0	0	0	0	0	0	30	68
05:15	05:30	1	12	2	1	0	1	0	0	0	17	71
05:30	05:45	6	21	0	0	0	0	1	0	0	28	89
05:45	06:00	5	17	3	1	0	0	0	0	0	26	101
06:00	06:15	2	29	1	1	0	0	0	0	0	33	104
06:15	06:30	9	29	3	0	1	0	0	0	0	42	129
06:30	06:45	9	43	3	1	1	1	1	0	0	59	160
06:45	07:00	9	48	1	2	1	0	0	1	0	62	196
07:00	07:15	12	78	4	4	2	0	1	0	0	101	264
07:15	07:30	10	66	5	3	2	0	3	0	0	89	311
07:30	07:45	6	101	8	0	4	0	4	0	0	123	375
07:45	08:00	16	98	9	2	3	0	2	0	0	130	443
08:00	08:15	11	123	11	2	3	0	2	0	1	153	495
08:15	08:30	23	113	11	2	3	0	0	0	0	152	558
08:30	08:45	17	157	7	0	3	1	1	0	0	186	621
08:45	09:00	18	136	14	2	3	0	4	0	0	177	668
09:00	09:15	12	160	15	1	3	0	1	0	0	192	707
09:15	09:30	21	181	12	6	3	0	2	0	0	225	780
09:30	09:45	15	178	15	3	4	0	4	0	0	219	813
09:45	10:00	21	170	11	7	3	0	4	0	0	216	852

10:00	10:15	29	180	11	3	2	0	1	0	0	226	886
10:15	10:30	24	195	24	1	3	0	3	0	0	250	911
10:30	10:45	26	185	21	4	2	0	5	0	0	243	935
10:45	11:00	25	209	18	3	5	0	5	0	0	265	984
11:00	11:15	20	183	17	4	3	0	2	0	0	229	987
11:15	11:30	29	176	9	4	4	0	3	0	0	225	962
11:30	11:45	40	223	14	5	4	0	3	0	0	289	1008
11:45	12:00	33	179	24	5	2	0	3	0	0	246	989
12:00	12:15	38	222	26	4	3	0	2	0	0	295	1055
12:15	12:30	36	194	16	7	4	0	2	0	0	259	1089
12:30	12:45	33	172	21	2	5	0	1	0	0	234	1034
12:45	13:00	37	229	22	3	4	0	3	0	0	298	1086
13:00	13:15	45	219	31	5	4	0	2	0	0	306	1097
13:15	13:30	35	184	29	6	4	0	0	0	0	258	1096
13:30	13:45	29	210	26	3	3	0	5	0	0	276	1138
13:45	14:00	31	172	25	7	4	0	8	0	0	247	1087
14:00	14:15	34	167	22	4	2	0	5	0	0	234	1015
14:15	14:30	32	159	20	3	2	0	3	0	0	219	976
14:30	14:45	29	152	25	4	2	0	3	0	0	215	915
14:45	15:00	26	164	16	2	2	0	3	1	0	214	882
15:00	15:15	38	155	19	5	2	0	1	0	0	220	868
15:15	15:30	35	187	17	7	3	0	5	1	0	255	904
15:30	15:45	30	182	19	7	2	0	2	0	0	242	931
15:45	16:00	39	205	25	4	3	0	3	0	0	279	996
16:00	16:15	24	201	15	5	4	0	0	1	0	250	1026
16:15	16:30	34	217	24	3	2	0	3	0	0	283	1054
16:30	16:45	38	206	24	1	5	0	2	0	0	276	1088
16:45	17:00	43	223	24	1	3	0	3	0	0	297	1106
17:00	17:15	35	197	24	3	4	0	1	0	0	264	1120
17:15	17:30	38	240	22	3	4	0	4	1	0	312	1149
17:30	17:45	37	250	25	4	3	0	2	0	0	321	1194
17:45	18:00	61	240	16	2	3	0	2	0	0	324	1221
18:00	18:15	47	209	22	4	2	0	2	0	0	286	1243
18:15	18:30	24	250	27	3	4	0	3	0	0	311	1242
18:30	18:45	46	255	21	1	5	0	1	0	0	329	1250

18:45	19:00	46	263	20	5	3	0	1	0	0	338	1264
19:00	19:15	41	238	27	2	5	0	2	0	0	315	1293
19:15	19:30	43	267	23	3	3	0	2	0	0	341	1323
19:30	19:45	40	245	20	1	4	0	0	0	0	310	1304
19:45	20:00	52	225	15	2	5	0	1	0	0	300	1266
20:00	20:15	45	255	23	2	1	0	2	0	0	328	1279
20:15	20:30	39	229	20	3	3	0	0	0	0	294	1232
20:30	20:45	40	210	17	1	2	0	1	0	0	271	1193
20:45	21:00	48	208	14	1	3	0	0	0	0	274	1167
21:00	21:15	39	188	19	4	2	0	0	0	0	252	1091
21:15	21:30	31	159	9	2	2	0	2	0	0	205	1002
21:30	21:45	31	138	9	0	0	0	3	0	0	181	912
21:45	22:00	31	132	5	0	2	0	0	0	0	170	808
22:00	22:15	29	105	8	2	0	0	0	0	0	144	700
22:15	22:30	21	80	5	2	0	0	0	0	0	108	603
22:30	22:45	25	98	3	2	0	0	1	0	0	129	551
22:45	23:00	21	80	6	0	0	0	0	0	0	107	488

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	SÁBADO
FECHA:	26 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	3	11	1	1	0	0	0	0	0	16	16
04:15	04:30	0	7	1	0	0	0	0	0	0	8	24
04:30	04:45	4	13	1	0	0	0	0	0	0	18	42
04:45	05:00	1	16	0	0	0	0	0	0	0	17	59
05:00	05:15	3	18	0	1	0	0	0	0	0	22	65
05:15	05:30	1	16	1	1	0	0	0	0	0	19	76
05:30	05:45	4	16	0	1	0	0	1	0	0	22	80
05:45	06:00	5	30	1	1	0	1	0	0	0	38	101
06:00	06:15	4	25	0	0	0	0	0	1	0	30	109
06:15	06:30	5	36	2	1	2	0	0	1	0	47	137
06:30	06:45	4	39	1	4	1	1	1	0	0	51	166
06:45	07:00	9	49	3	1	2	0	0	0	0	64	192
07:00	07:15	8	65	2	3	1	0	2	0	0	81	243
07:15	07:30	10	67	8	0	1	0	2	0	0	88	284
07:30	07:45	13	70	6	1	4	0	0	0	0	94	327
07:45	08:00	9	79	10	3	3	0	2	0	0	106	369
08:00	08:15	14	109	8	1	4	0	1	0	0	137	425
08:15	08:30	17	112	6	5	3	0	0	0	0	143	480
08:30	08:45	10	154	8	2	3	0	0	0	0	177	563
08:45	09:00	16	144	9	0	3	0	1	0	0	173	630
09:00	09:15	14	157	10	2	3	0	1	0	0	187	680
09:15	09:30	15	165	16	2	3	0	4	0	0	205	742
09:30	09:45	21	154	9	5	4	0	0	0	0	193	758
09:45	10:00	26	187	13	3	3	0	4	0	0	236	821

10:00	10:15	28	198	12	4	4	0	1	0	0	247	881
10:15	10:30	31	202	17	6	3	0	1	0	0	260	936
10:30	10:45	29	214	11	5	4	0	1	0	0	264	1007
10:45	11:00	19	169	15	0	2	0	5	0	0	210	981
11:00	11:15	28	187	15	3	4	0	2	0	0	239	973
11:15	11:30	24	179	17	1	5	0	4	1	0	231	944
11:30	11:45	28	180	18	1	3	0	5	0	0	235	915
11:45	12:00	30	244	19	2	4	0	5	0	0	304	1009
12:00	12:15	44	210	18	8	3	0	1	0	0	284	1054
12:15	12:30	33	214	23	4	4	0	2	0	0	280	1103
12:30	12:45	29	205	26	4	3	0	3	0	0	270	1138
12:45	13:00	44	206	22	2	3	0	4	0	0	281	1115
13:00	13:15	28	202	23	0	5	0	3	0	0	261	1092
13:15	13:30	51	208	18	7	4	0	4	0	0	292	1104
13:30	13:45	50	203	24	1	4	0	3	0	0	285	1119
13:45	14:00	52	202	18	2	4	0	1	0	0	279	1117
14:00	14:15	45	171	19	4	4	0	1	0	0	244	1100
14:15	14:30	31	149	24	8	2	0	3	0	0	217	1025
14:30	14:45	32	167	17	4	4	0	0	0	0	224	964
14:45	15:00	37	148	10	0	3	0	4	0	0	202	887
15:00	15:15	33	135	11	2	5	0	3	0	0	189	832
15:15	15:30	24	130	9	6	2	0	3	0	0	174	789
15:30	15:45	20	128	10	4	3	0	2	2	0	169	734
15:45	16:00	28	145	15	2	3	0	3	0	0	196	728
16:00	16:15	29	202	16	3	3	0	2	0	0	255	794
16:15	16:30	27	174	17	0	3	0	1	0	0	222	842
16:30	16:45	34	155	9	2	2	0	2	0	0	204	877
16:45	17:00	26	192	8	4	3	0	2	0	0	235	916
17:00	17:15	40	175	13	2	3	0	1	0	0	234	895
17:15	17:30	28	174	14	3	3	0	2	0	0	224	897
17:30	17:45	21	115	5	1	2	0	2	0	0	146	839
17:45	18:00	49	186	29	2	2	0	1	0	0	269	873
18:00	18:15	38	192	25	6	3	0	2	0	0	266	905
18:15	18:30	43	204	18	1	4	0	2	0	0	272	953
18:30	18:45	40	222	26	4	4	0	1	0	0	297	1104

18:45	19:00	47	225	19	3	4	0	1	0	0	299	1134
19:00	19:15	52	227	20	3	3	0	2	0	0	307	1175
19:15	19:30	45	228	17	4	5	0	2	0	0	301	1204
19:30	19:45	48	243	22	1	6	0	0	0	0	320	1227
19:45	20:00	52	245	23	2	3	0	1	0	0	326	1254
20:00	20:15	59	240	22	0	2	0	0	0	0	323	1270
20:15	20:30	37	256	14	1	2	0	1	0	0	311	1280
20:30	20:45	48	238	18	1	2	0	1	0	0	308	1268
20:45	21:00	37	213	17	1	1	0	1	0	0	270	1212
21:00	21:15	27	194	19	3	2	0	1	0	0	246	1135
21:15	21:30	19	192	9	3	1	0	2	0	0	226	1050
21:30	21:45	28	141	10	1	1	0	0	0	0	181	923
21:45	22:00	36	144	10	0	2	0	0	0	0	192	845
22:00	22:15	27	132	5	0	0	0	0	0	0	164	763
22:15	22:30	23	105	9	1	0	0	0	0	0	138	675
22:30	22:45	21	92	9	1	0	0	0	0	0	123	617
22:45	23:00	19	80	4	1	0	0	0	0	0	104	529

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - ESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	DOMINGO
FECHA:	27 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	24	0	0	0	0	0	0	24	24
04:15	04:30	2	9	1	0	0	0	0	0	12	36
04:30	04:45	2	8	3	1	0	0	0	0	14	50
04:45	05:00	3	11	0	1	0	0	1	0	16	66
05:00	05:15	1	17	1	0	0	0	0	0	19	61
05:15	05:30	3	9	1	0	0	0	0	0	13	62
05:30	05:45	0	8	1	1	0	0	0	0	10	58
05:45	06:00	5	14	1	0	1	0	0	0	21	63
06:00	06:15	2	16	0	0	0	0	0	0	18	62
06:15	06:30	3	24	3	0	0	0	0	0	30	79
06:30	06:45	4	24	1	1	0	0	0	0	30	99
06:45	07:00	8	24	2	0	0	0	0	0	34	112
07:00	07:15	7	46	1	0	0	0	0	0	54	148
07:15	07:30	5	31	2	0	0	0	0	0	38	156
07:30	07:45	4	32	0	2	1	0	0	0	39	165
07:45	08:00	9	35	0	2	1	0	0	0	47	178
08:00	08:15	8	52	0	0	2	0	0	0	62	186
08:15	08:30	14	51	2	1	2	0	2	0	72	220
08:30	08:45	9	52	2	2	4	0	1	0	70	251
08:45	09:00	7	51	2	0	2	0	1	0	63	267
09:00	09:15	11	55	3	2	2	0	0	0	73	278
09:15	09:30	8	67	4	1	4	0	1	0	85	291
09:30	09:45	13	60	1	0	2	0	3	0	79	300
09:45	10:00	13	63	6	0	3	0	0	0	85	322

10:00	10:15	17	68	7	1	2	0	0	0	0	95	344
10:15	10:30	9	67	1	1	3	0	2	0	0	83	342
10:30	10:45	11	83	4	1	4	0	1	0	0	104	367
10:45	11:00	12	73	3	1	2	0	0	0	0	91	373
11:00	11:15	10	99	2	2	3	0	1	0	0	117	395
11:15	11:30	13	89	3	1	3	0	0	0	0	109	421
11:30	11:45	19	76	5	2	1	0	0	0	0	103	420
11:45	12:00	21	83	6	2	3	0	2	0	0	117	446
12:00	12:15	18	93	11	2	3	0	1	0	0	128	457
12:15	12:30	19	100	8	2	2	0	3	0	0	134	482
12:30	12:45	27	115	5	1	3	0	0	0	0	151	530
12:45	13:00	35	108	4	1	3	0	0	0	0	151	564
13:00	13:15	32	91	5	0	3	0	0	0	0	131	567
13:15	13:30	26	99	5	1	3	0	1	0	0	135	568
13:30	13:45	42	86	9	0	4	0	1	0	0	142	559
13:45	14:00	38	86	7	0	3	0	0	0	0	134	542
14:00	14:15	27	89	6	0	3	0	1	0	0	126	537
14:15	14:30	29	83	6	0	4	0	1	1	0	124	526
14:30	14:45	33	83	3	1	3	0	2	0	0	125	509
14:45	15:00	22	77	3	1	1	0	0	0	0	104	479
15:00	15:15	31	86	11	4	2	0	0	0	0	134	487
15:15	15:30	31	71	8	1	2	0	0	0	0	113	476
15:30	15:45	34	60	4	0	2	0	0	1	0	101	452
15:45	16:00	21	69	4	0	1	0	2	0	0	97	445
16:00	16:15	21	69	5	1	2	0	3	0	0	101	412
16:15	16:30	19	67	6	0	1	0	0	0	0	93	392
16:30	16:45	17	49	2	1	2	0	1	0	0	72	363
16:45	17:00	13	49	3	0	1	0	1	0	0	67	333
17:00	17:15	27	63	3	1	2	0	0	0	0	96	328
17:15	17:30	18	68	2	3	1	0	0	0	0	92	327
17:30	17:45	22	43	1	0	2	0	0	0	0	68	323
17:45	18:00	34	47	3	0	1	0	1	0	0	86	342
18:00	18:15	31	58	7	0	2	0	0	0	0	98	344
18:15	18:30	27	65	6	1	1	0	0	0	0	100	352
18:30	18:45	18	90	8	0	1	0	0	0	0	117	401

18:45	19:00	36	94	5	0	2	0	0	0	0	137	452
19:00	19:15	30	118	5	1	2	0	0	0	0	156	510
19:15	19:30	38	93	6	0	1	0	1	0	0	139	549
19:30	19:45	18	97	5	0	2	0	0	0	0	122	554
19:45	20:00	36	95	7	2	1	0	1	0	0	142	559
20:00	20:15	26	97	2	0	1	0	0	0	0	126	529
20:15	20:30	30	96	4	0	1	0	0	0	0	131	521
20:30	20:45	39	117	7	1	0	0	0	0	0	164	563
20:45	21:00	61	139	6	1	1	0	2	0	0	210	631
21:00	21:15	24	81	4	0	1	0	0	0	0	110	615
21:15	21:30	30	80	3	1	0	0	0	0	0	114	598
21:30	21:45	24	63	3	0	0	0	0	0	0	90	524
21:45	22:00	25	71	2	0	0	0	0	0	0	98	412
22:00	22:15	27	50	5	0	0	0	0	0	0	82	384
22:15	22:30	9	40	1	1	0	0	0	0	0	51	321
22:30	22:45	19	39	2	0	0	0	0	0	0	60	291
22:45	23:00	10	40	0	0	0	0	0	0	0	50	243

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	LUNES
FECHA:	21 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	1	18	0	0	0	0	0	0	19	19
04:15	04:30	2	15	4	0	0	0	0	0	21	40
04:30	04:45	2	14	15	0	0	0	0	0	31	71
04:45	05:00	4	11	12	0	0	2	2	0	31	102
05:00	05:15	8	43	7	1	13	1	0	0	73	156
05:15	05:30	6	34	19	2	8	1	0	0	70	205
05:30	05:45	10	48	19	6	12	2	0	0	97	271
05:45	06:00	31	60	25	18	20	5	2	0	161	401
06:00	06:15	30	71	39	8	27	3	1	0	179	507
06:15	06:30	35	77	26	5	24	6	1	0	174	611
06:30	06:45	35	64	27	14	27	5	0	0	172	686
06:45	07:00	15	101	27	8	21	2	1	0	175	700
07:00	07:15	22	111	24	4	15	2	1	0	179	700
07:15	07:30	25	133	16	11	20	2	1	0	208	734
07:30	07:45	34	119	36	8	19	2	1	0	219	781
07:45	08:00	45	151	40	4	19	1	1	0	261	867
08:00	08:15	56	148	60	8	20	2	4	0	298	986
08:15	08:30	35	137	58	5	21	1	3	0	260	1038
08:30	08:45	40	126	42	3	21	2	1	0	235	1054
08:45	09:00	32	146	45	8	22	0	1	0	254	1047
09:00	09:15	35	159	49	7	20	0	2	0	272	1021
09:15	09:30	39	138	59	12	22	0	1	0	271	1032
09:30	09:45	30	156	34	6	21	2	2	1	252	1049
09:45	10:00	33	142	42	6	21	0	6	1	252	1047

10:00	10:15	27	150	37	5	23	2	2	0	0	246	1021
10:15	10:30	33	172	40	7	24	0	3	2	0	281	1031
10:30	10:45	32	165	39	11	22	0	3	0	1	273	1052
10:45	11:00	45	162	55	20	26	1	1	0	0	310	1110
11:00	11:15	40	145	62	19	30	0	6	2	2	306	1170
11:15	11:30	36	178	33	9	19	2	6	0	0	283	1172
11:30	11:45	36	213	42	11	24	1	3	2	0	332	1231
11:45	12:00	45	225	33	1	21	0	6	1	0	332	1253
12:00	12:15	34	208	29	2	19	0	5	1	1	299	1246
12:15	12:30	30	196	39	4	21	1	2	2	0	295	1258
12:30	12:45	29	201	43	8	22	0	4	1	0	308	1234
12:45	13:00	30	203	40	4	18	1	2	2	0	300	1202
13:00	13:15	32	200	38	2	17	0	4	1	0	294	1197
13:15	13:30	30	189	45	6	21	0	4	3	0	298	1200
13:30	13:45	25	199	46	4	23	0	2	2	0	301	1193
13:45	14:00	35	196	49	2	24	0	2	0	0	308	1201
14:00	14:15	22	200	35	6	18	1	3	1	0	286	1193
14:15	14:30	24	204	38	4	19	2	4	2	1	298	1193
14:30	14:45	21	182	37	3	19	1	4	0	0	267	1159
14:45	15:00	29	191	36	4	17	0	2	1	0	280	1131
15:00	15:15	23	196	42	2	21	0	2	1	0	287	1132
15:15	15:30	28	193	48	3	17	2	2	0	0	293	1127
15:30	15:45	25	185	40	5	22	2	4	1	0	284	1144
15:45	16:00	29	205	35	5	18	0	0	0	1	293	1157
16:00	16:15	31	191	42	3	20	1	3	2	0	293	1163
16:15	16:30	46	184	44	4	19	2	2	1	0	302	1172
16:30	16:45	39	197	44	5	23	0	2	0	1	311	1199
16:45	17:00	38	214	39	7	21	2	2	0	1	324	1230
17:00	17:15	40	220	42	2	22	1	1	1	0	329	1266
17:15	17:30	49	227	46	1	20	0	2	0	0	345	1309
17:30	17:45	47	224	49	4	19	0	2	1	1	347	1345
17:45	18:00	39	210	55	3	18	2	5	1	1	334	1355
18:00	18:15	41	198	51	3	24	1	3	0	1	322	1348
18:15	18:30	45	211	35	4	21	1	0	1	0	318	1321
18:30	18:45	46	208	29	5	20	0	2	0	0	310	1284

18:45	19:00	42	220	35	7	18	1	0	1	1	325	1275
19:00	19:15	53	206	48	6	20	2	2	0	0	337	1290
19:15	19:30	43	196	52	4	23	0	2	0	0	320	1292
19:30	19:45	33	218	57	7	20	1	0	0	0	336	1318
19:45	20:00	34	208	32	5	22	1	1	1	1	305	1298
20:00	20:15	42	169	38	8	18	2	1	0	0	278	1239
20:15	20:30	36	187	31	7	19	1	0	1	0	282	1201
20:30	20:45	31	175	32	5	17	2	1	0	0	263	1128
20:45	21:00	28	170	33	5	14	1	0	0	0	251	1074
21:00	21:15	34	151	29	8	9	0	2	0	0	233	1029
21:15	21:30	32	142	35	0	5	1	0	0	1	216	963
21:30	21:45	37	124	31	0	5	1	0	0	0	198	898
21:45	22:00	25	130	36	1	2	1	0	0	0	195	842
22:00	22:15	28	115	29	0	0	1	0	0	0	173	782
22:15	22:30	24	97	24	0	0	1	0	0	0	146	712
22:30	22:45	16	67	15	2	0	0	0	0	0	100	614
22:45	23:00	12	71	15	0	0	0	0	0	0	98	517

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	MARTES
FECHA:	22 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	3	16	6	0	0	0	0	0	25	25
04:15	04:30	2	15	4	0	0	0	0	0	21	46
04:30	04:45	2	14	15	0	0	0	0	0	31	77
04:45	05:00	4	11	12	0	2	2	0	0	31	108
05:00	05:15	8	43	7	1	13	1	0	0	73	156
05:15	05:30	6	34	19	2	8	1	0	0	70	205
05:30	05:45	10	48	19	6	12	2	0	0	97	271
05:45	06:00	31	60	25	18	20	5	2	0	161	401
06:00	06:15	30	71	39	8	27	3	1	0	179	507
06:15	06:30	35	77	26	5	24	6	1	0	174	611
06:30	06:45	35	64	27	14	27	5	0	0	172	686
06:45	07:00	15	101	27	8	21	2	1	0	175	700
07:00	07:15	22	111	24	4	15	2	1	0	179	700
07:15	07:30	25	133	16	11	20	2	1	0	208	734
07:30	07:45	34	119	36	8	19	2	1	0	219	781
07:45	08:00	45	151	40	4	19	1	1	0	261	867
08:00	08:15	39	148	47	8	20	2	4	0	268	956
08:15	08:30	35	137	58	5	21	1	3	0	260	1008
08:30	08:45	40	138	51	3	21	2	3	0	258	1047
08:45	09:00	37	162	42	8	22	0	1	0	272	1058
09:00	09:15	34	152	51	7	22	0	2	0	268	1058
09:15	09:30	38	162	42	12	22	1	2	1	280	1078
09:30	09:45	27	196	34	6	20	0	2	1	286	1106
09:45	10:00	36	154	29	5	24	1	5	1	255	1089

10:00	10:15	27	187	40	6	23	2	2	0	0	287	1108
10:15	10:30	35	195	45	7	26	2	7	2	0	319	1147
10:30	10:45	32	165	39	11	22	0	3	0	1	273	1134
10:45	11:00	42	154	50	20	26	1	1	0	0	294	1173
11:00	11:15	40	145	62	19	30	0	6	2	2	306	1192
11:15	11:30	36	178	33	9	19	2	6	0	0	283	1156
11:30	11:45	36	213	42	11	24	1	3	2	0	332	1215
11:45	12:00	45	225	33	1	21	0	6	1	0	332	1253
12:00	12:15	34	208	29	2	19	0	5	1	1	299	1246
12:15	12:30	30	196	39	4	21	1	2	2	0	295	1258
12:30	12:45	29	201	43	8	22	0	4	1	0	308	1234
12:45	13:00	30	203	40	4	18	1	2	2	0	300	1202
13:00	13:15	32	200	38	2	17	0	4	1	0	294	1197
13:15	13:30	30	189	45	6	21	0	4	3	0	298	1200
13:30	13:45	25	199	46	4	23	0	2	2	0	301	1193
13:45	14:00	35	196	49	2	24	0	2	0	0	308	1201
14:00	14:15	22	200	35	6	18	1	3	1	0	286	1193
14:15	14:30	24	204	38	4	19	2	4	2	1	298	1193
14:30	14:45	21	182	37	3	19	1	4	0	0	267	1159
14:45	15:00	29	191	36	4	17	0	2	1	0	280	1131
15:00	15:15	23	196	42	2	21	0	2	1	0	287	1132
15:15	15:30	28	193	48	3	17	2	2	0	0	293	1127
15:30	15:45	25	185	40	5	22	2	4	1	0	284	1144
15:45	16:00	29	181	32	4	21	1	2	1	1	272	1136
16:00	16:15	27	172	35	6	24	0	3	0	0	267	1116
16:15	16:30	34	168	40	3	19	3	1	1	0	269	1092
16:30	16:45	31	179	27	3	24	0	3	0	0	267	1075
16:45	17:00	38	197	31	4	22	1	2	1	0	296	1099
17:00	17:15	37	194	35	5	20	2	4	2	1	300	1132
17:15	17:30	43	208	32	3	24	1	2	2	1	316	1179
17:30	17:45	41	204	40	3	21	1	4	2	0	316	1228
17:45	18:00	45	201	49	5	25	0	2	2	1	330	1262
18:00	18:15	50	194	42	6	20	0	3	1	0	316	1278
18:15	18:30	42	207	45	3	19	2	4	0	0	322	1284
18:30	18:45	35	207	41	5	24	1	5	0	0	318	1286

18:45	19:00	39	211	45	2	21	1	3	1	1	324	1280
19:00	19:15	53	206	48	6	20	2	2	0	0	337	1301
19:15	19:30	43	211	39	4	19	2	2	0	0	320	1299
19:30	19:45	40	214	45	7	23	1	6	0	1	337	1318
19:45	20:00	35	192	42	4	20	1	2	1	0	297	1291
20:00	20:15	36	175	38	4	19	2	2	2	0	278	1232
20:15	20:30	41	151	35	6	22	1	3	1	0	260	1172
20:30	20:45	40	148	42	3	18	2	2	0	0	267	1102
20:45	21:00	39	143	38	3	17	1	1	0	0	242	1047
21:00	21:15	42	141	34	4	14	1	1	0	0	237	1006
21:15	21:30	33	117	28	3	10	2	1	1	0	195	941
21:30	21:45	30	96	27	2	5	0	2	0	0	162	836
21:45	22:00	24	95	19	0	2	1	1	1	0	143	737
22:00	22:15	22	73	18	1	1	0	0	0	0	115	615
22:15	22:30	18	58	17	1	0	0	0	0	0	94	514
22:30	22:45	24	70	14	2	1	0	0	0	0	111	463
22:45	23:00	12	71	15	0	0	0	0	0	0	98	418

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	MIÉRCOLES
FECHA:	23 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	0	15	3	0	0	0	0	0	0	18	18
04:15	04:30	3	19	1	0	0	0	0	0	0	23	41
04:30	04:45	3	19	0	0	0	0	0	0	0	22	63
04:45	05:00	2	23	4	1	1	0	0	0	0	31	94
05:00	05:15	7	23	5	2	9	0	0	0	0	46	122
05:15	05:30	6	28	6	0	12	0	1	0	0	53	152
05:30	05:45	4	36	2	1	11	3	1	0	0	58	188
05:45	06:00	11	43	6	0	18	2	3	0	0	83	240
06:00	06:15	10	42	7	4	18	0	0	0	0	81	275
06:15	06:30	11	40	4	3	18	2	2	0	0	80	302
06:30	06:45	18	62	6	2	18	0	2	0	0	108	352
06:45	07:00	26	90	11	2	20	1	1	0	0	151	420
07:00	07:15	29	103	10	3	22	1	2	0	0	170	509
07:15	07:30	21	91	4	5	21	0	1	0	0	143	572
07:30	07:45	21	121	16	3	23	0	2	0	0	186	650
07:45	08:00	24	170	22	2	23	0	2	0	1	244	743
08:00	08:15	30	171	20	3	22	1	2	1	0	250	823
08:15	08:30	43	172	20	3	22	0	2	0	1	263	943
08:30	08:45	25	183	26	4	22	0	2	0	0	262	1019
08:45	09:00	24	191	23	5	24	0	1	0	0	268	1043
09:00	09:15	28	192	21	1	25	0	5	0	0	272	1065
09:15	09:30	28	175	18	7	22	0	5	0	0	255	1057
09:30	09:45	31	212	27	7	20	0	6	1	0	304	1099
09:45	10:00	26	206	24	4	21	1	4	0	0	286	1117

10:00	10:15	41	183	23	7	21	0	7	1	0	283	1128
10:15	10:30	39	229	24	7	22	1	5	0	1	328	1201
10:30	10:45	29	207	17	2	22	0	3	0	0	280	1177
10:45	11:00	36	183	27	6	21	0	9	0	0	282	1173
11:00	11:15	31	214	24	5	21	0	6	0	0	301	1191
11:15	11:30	41	207	29	10	20	0	8	0	0	315	1178
11:30	11:45	37	239	16	10	21	1	3	1	0	328	1226
11:45	12:00	33	185	23	0	22	0	5	0	1	269	1213
12:00	12:15	35	215	14	10	22	0	5	0	0	301	1213
12:15	12:30	34	222	13	5	23	0	3	1	0	301	1199
12:30	12:45	49	239	14	5	23	1	3	0	0	334	1205
12:45	13:00	34	215	23	7	25	0	2	0	0	306	1242
13:00	13:15	41	215	23	6	22	0	1	1	0	309	1250
13:15	13:30	40	207	21	6	22	0	1	0	0	297	1246
13:30	13:45	41	196	9	9	21	0	7	1	0	284	1196
13:45	14:00	38	196	3	4	21	0	4	0	0	266	1156
14:00	14:15	27	204	15	2	20	0	2	0	0	270	1117
14:15	14:30	43	187	14	8	22	0	3	0	0	277	1097
14:30	14:45	35	192	16	1	23	0	1	0	0	268	1081
14:45	15:00	36	205	17	9	19	0	6	1	0	293	1108
15:00	15:15	30	208	14	5	22	0	3	0	0	282	1120
15:15	15:30	37	198	20	3	24	0	7	0	1	290	1133
15:30	15:45	37	202	22	6	21	0	4	0	0	292	1157
15:45	16:00	33	198	10	8	25	0	2	1	0	277	1141
16:00	16:15	32	185	15	4	22	1	3	0	0	262	1121
16:15	16:30	28	165	11	5	21	0	5	2	0	237	1068
16:30	16:45	27	199	14	4	20	0	3	0	0	267	1043
16:45	17:00	33	187	12	5	20	0	2	1	0	260	1026
17:00	17:15	26	219	14	6	20	0	3	0	0	288	1052
17:15	17:30	45	175	19	5	22	0	4	0	0	270	1085
17:30	17:45	42	180	11	6	22	0	2	0	0	263	1081
17:45	18:00	29	159	15	4	18	1	6	1	0	233	1054
18:00	18:15	43	191	21	2	19	0	3	0	0	279	1045
18:15	18:30	48	249	23	8	26	0	4	1	0	359	1134
18:30	18:45	49	230	22	11	21	0	0	0	0	333	1204

18:45	19:00	39	218	26	2	23	0	3	1	1	313	1284
19:00	19:15	56	228	22	2	21	2	2	0	0	333	1338
19:15	19:30	52	196	12	1	18	0	1	0	0	280	1259
19:30	19:45	42	192	14	8	19	0	0	0	0	275	1201
19:45	20:00	34	186	17	3	23	0	3	0	0	266	1154
20:00	20:15	44	218	19	2	18	0	1	0	0	302	1123
20:15	20:30	34	204	17	2	18	1	0	0	0	276	1119
20:30	20:45	43	190	8	2	14	1	3	0	0	261	1105
20:45	21:00	46	177	11	4	14	2	1	0	0	255	1094
21:00	21:15	36	178	18	3	11	1	1	0	0	248	1040
21:15	21:30	32	157	5	2	6	0	1	0	0	203	967
21:30	21:45	39	145	11	1	3	1	1	0	0	201	907
21:45	22:00	40	114	14	3	1	1	0	1	0	174	826
22:00	22:15	24	113	13	1	1	1	0	0	0	153	731
22:15	22:30	18	89	11	2	0	0	0	0	0	120	648
22:30	22:45	20	85	9	0	0	0	0	0	0	114	561
22:45	23:00	14	65	4	0	0	0	1	0	0	84	471

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	JUEVES
FECHA:	24 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	0	14	0	2	0	0	1	0	0	17	17
04:15	04:30	3	21	1	0	0	0	0	0	0	25	42
04:30	04:45	2	21	0	0	0	0	2	0	0	25	67
04:45	05:00	3	28	0	0	3	0	0	0	0	34	101
05:00	05:15	4	40	1	1	8	0	0	0	0	54	138
05:15	05:30	5	31	5	1	12	0	1	0	0	55	168
05:30	05:45	6	41	5	2	12	1	3	0	0	70	213
05:45	06:00	8	56	2	0	16	3	5	0	0	90	269
06:00	06:15	8	58	6	1	18	0	3	0	0	94	309
06:15	06:30	12	46	1	2	15	2	1	0	0	79	333
06:30	06:45	15	60	14	2	19	1	4	0	0	115	378
06:45	07:00	16	105	5	1	20	0	1	0	0	148	436
07:00	07:15	18	93	9	2	18	1	3	2	0	146	488
07:15	07:30	23	120	7	3	24	0	1	0	0	178	587
07:30	07:45	23	111	11	2	22	0	2	0	0	171	643
07:45	08:00	32	141	17	4	22	0	2	0	0	218	713
08:00	08:15	32	182	22	5	26	0	3	0	0	270	837
08:15	08:30	25	172	14	3	20	0	0	0	0	234	893
08:30	08:45	31	166	11	5	22	0	1	0	0	236	958
08:45	09:00	26	200	15	5	24	1	3	0	0	274	1014
09:00	09:15	35	186	20	9	23	1	3	0	0	277	1021
09:15	09:30	32	202	24	2	24	0	2	0	0	286	1073
09:30	09:45	21	210	20	3	22	0	3	0	0	279	1116
09:45	10:00	21	173	24	4	22	0	4	0	0	248	1090

10:00	10:15	31	199	25	7	22	1	6	0	0	291	1104
10:15	10:30	34	208	24	5	23	0	9	1	0	304	1122
10:30	10:45	22	175	17	2	18	0	4	0	0	238	1081
10:45	11:00	27	209	27	7	22	0	6	1	1	300	1133
11:00	11:15	32	212	19	7	23	1	5	0	0	299	1141
11:15	11:30	32	194	30	5	21	0	7	0	0	289	1126
11:30	11:45	42	201	28	3	22	0	6	0	0	302	1190
11:45	12:00	35	193	22	5	19	0	9	0	0	283	1173
12:00	12:15	39	213	24	4	26	0	2	0	1	309	1183
12:15	12:30	36	213	20	6	21	0	3	0	0	299	1193
12:30	12:45	41	201	16	4	21	0	7	0	0	290	1181
12:45	13:00	31	199	22	7	24	0	3	0	0	286	1184
13:00	13:15	45	197	19	3	23	0	3	0	0	290	1165
13:15	13:30	44	192	25	6	21	0	5	0	0	293	1159
13:30	13:45	36	171	17	6	20	0	5	0	0	255	1124
13:45	14:00	47	178	21	3	25	0	2	0	0	276	1114
14:00	14:15	39	171	32	5	22	0	4	0	0	273	1097
14:15	14:30	35	182	19	7	21	0	2	0	0	266	1070
14:30	14:45	36	207	13	4	23	0	5	0	0	288	1103
14:45	15:00	46	171	15	10	19	1	5	0	0	267	1094
15:00	15:15	33	186	16	3	22	0	1	0	0	261	1082
15:15	15:30	35	198	30	3	23	0	1	1	0	291	1107
15:30	15:45	36	217	29	3	24	0	6	2	0	317	1136
15:45	16:00	30	208	30	7	23	0	5	0	0	303	1172
16:00	16:15	28	224	34	3	22	0	3	1	0	315	1226
16:15	16:30	27	205	19	6	23	0	3	0	0	283	1218
16:30	16:45	45	218	28	3	23	0	3	0	0	320	1221
16:45	17:00	28	210	26	13	23	1	5	0	0	306	1224
17:00	17:15	35	241	38	4	21	0	4	0	0	343	1252
17:15	17:30	38	229	33	7	23	0	5	1	0	336	1305
17:30	17:45	30	213	32	5	25	0	4	0	0	309	1294
17:45	18:00	43	225	29	10	21	0	7	0	0	335	1323
18:00	18:15	62	209	23	7	22	1	3	0	0	327	1307
18:15	18:30	44	213	26	2	24	0	2	0	0	311	1282
18:30	18:45	48	214	30	5	21	0	4	0	0	322	1295

18:45	19:00	51	199	25	5	22	0	3	0	0	305	1265
19:00	19:15	53	196	21	6	21	0	1	0	0	298	1236
19:15	19:30	53	228	29	5	20	1	2	0	0	338	1263
19:30	19:45	48	233	25	1	25	0	3	0	0	335	1276
19:45	20:00	39	211	21	6	18	0	5	0	0	300	1271
20:00	20:15	43	195	30	5	19	1	0	0	0	293	1266
20:15	20:30	84	196	19	4	21	2	2	0	0	328	1256
20:30	20:45	37	201	20	1	14	1	0	0	0	274	1195
20:45	21:00	51	184	21	1	11	1	1	0	0	270	1165
21:00	21:15	41	162	21	5	6	1	0	0	0	236	1108
21:15	21:30	39	148	17	5	5	0	0	0	0	214	994
21:30	21:45	29	130	21	2	1	2	1	0	0	186	906
21:45	22:00	26	130	12	1	1	0	0	0	0	170	806
22:00	22:15	36	123	13	0	0	1	0	1	0	174	744
22:15	22:30	24	104	15	3	0	0	0	0	0	146	676
22:30	22:45	61	121	13	1	0	0	1	0	0	197	687
22:45	23:00	12	73	8	1	0	0	1	0	0	95	612



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	VIERNES
FECHA:	25 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	3	9	2	1	0	0	0	0	0	15	15
04:15	04:30	2	18	3	0	0	0	0	0	0	23	38
04:30	04:45	1	17	2	1	1	0	0	0	0	22	60
04:45	05:00	2	12	0	0	0	0	0	0	0	14	74
05:00	05:15	6	27	3	0	1	0	1	0	0	38	97
05:15	05:30	4	27	5	2	8	0	0	0	0	46	120
05:30	05:45	5	27	4	1	12	0	0	0	0	49	147
05:45	06:00	8	32	7	3	12	1	0	0	0	63	196
06:00	06:15	13	49	11	1	19	2	0	0	0	95	253
06:15	06:30	11	52	17	2	15	0	1	1	0	99	306
06:30	06:45	17	43	17	5	14	3	1	1	1	102	359
06:45	07:00	17	70	14	4	18	2	3	0	0	128	424
07:00	07:15	15	84	12	4	19	1	2	0	0	137	466
07:15	07:30	19	97	20	3	20	0	3	1	1	164	531
07:30	07:45	16	115	22	0	22	1	3	2	0	181	610
07:45	08:00	17	136	29	2	23	0	4	1	0	212	694
08:00	08:15	18	132	25	4	20	1	6	0	1	207	764
08:15	08:30	23	141	24	5	20	2	2	2	0	219	819
08:30	08:45	24	168	30	4	23	1	2	1	0	253	891
08:45	09:00	28	191	26	2	24	1	5	1	0	278	957
09:00	09:15	30	182	32	1	26	0	1	0	0	272	1022
09:15	09:30	24	174	37	6	25	0	2	0	0	268	1071
09:30	09:45	25	198	28	3	19	0	4	0	0	277	1095
09:45	10:00	21	185	34	7	21	0	4	0	1	273	1090

10:00	10:15	27	191	36	4	21	2	5	1	0	287	1105
10:15	10:30	34	195	31	3	20	1	1	0	0	285	1122
10:30	10:45	33	185	38	3	22	1	2	0	0	284	1129
10:45	11:00	27	200	35	4	22	0	2	2	0	292	1148
11:00	11:15	28	183	30	6	20	2	1	1	1	272	1133
11:15	11:30	25	156	29	6	18	0	3	1	0	238	1086
11:30	11:45	26	205	39	5	23	0	3	1	0	302	1104
11:45	12:00	21	210	36	5	19	0	1	0	0	292	1104
12:00	12:15	38	220	40	4	3	1	2	1	0	309	1141
12:15	12:30	36	195	42	7	4	1	6	0	1	292	1195
12:30	12:45	33	198	45	2	5	1	5	1	0	290	1183
12:45	13:00	37	203	38	3	4	1	3	1	1	291	1182
13:00	13:15	29	218	35	5	4	1	3	1	0	296	1169
13:15	13:30	35	215	45	6	4	2	0	2	0	309	1186
13:30	13:45	45	225	36	3	3	0	5	1	0	318	1214
13:45	14:00	43	207	41	4	21	0	4	1	0	321	1244
14:00	14:15	39	187	46	4	19	1	5	0	0	301	1249
14:15	14:30	46	199	45	3	18	1	3	0	0	315	1255
14:30	14:45	44	182	42	4	20	1	3	0	0	296	1233
14:45	15:00	42	174	33	2	22	0	3	1	0	277	1189
15:00	15:15	35	175	55	5	23	1	1	0	0	295	1183
15:15	15:30	41	183	35	2	22	2	5	1	0	291	1159
15:30	15:45	40	179	42	2	18	0	2	1	0	284	1147
15:45	16:00	45	170	43	3	23	1	3	1	0	289	1159
16:00	16:15	24	181	35	5	19	0	0	1	0	265	1129
16:15	16:30	40	175	38	3	18	0	3	0	0	277	1115
16:30	16:45	38	189	34	2	17	0	2	0	0	282	1113
16:45	17:00	43	195	28	4	20	0	3	0	0	293	1117
17:00	17:15	49	179	36	3	21	0	1	0	0	289	1141
17:15	17:30	42	216	32	3	24	0	4	1	0	322	1186
17:30	17:45	37	219	30	4	23	0	2	0	0	315	1219
17:45	18:00	41	205	28	2	24	0	3	1	0	304	1230
18:00	18:15	35	242	32	4	20	1	1	0	0	335	1276
18:15	18:30	39	215	27	3	21	0	4	0	1	310	1264
18:30	18:45	46	218	21	1	22	0	4	0	0	312	1261

18:45	19:00	40	221	35	5	24	1	3	2	0	331	1288
19:00	19:15	42	214	27	2	19	1	2	1	0	308	1261
19:15	19:30	43	232	33	3	20	2	2	1	0	336	1287
19:30	19:45	52	216	44	4	19	0	1	1	0	337	1312
19:45	20:00	41	212	41	4	17	0	1	0	0	316	1297
20:00	20:15	63	204	45	6	22	0	2	0	0	342	1331
20:15	20:30	45	201	36	3	24	1	0	1	0	311	1306
20:30	20:45	40	210	27	1	14	0	1	0	0	293	1262
20:45	21:00	48	208	14	1	13	1	3	1	0	289	1235
21:00	21:15	39	188	19	4	4	1	2	0	0	257	1150
21:15	21:30	31	159	9	2	9	2	2	0	0	214	1053
21:30	21:45	31	138	9	4	4	1	1	0	0	188	948
21:45	22:00	40	131	22	1	2	1	0	1	0	198	857
22:00	22:15	37	122	24	3	1	1	1	0	0	189	789
22:15	22:30	34	110	35	1	0	0	2	0	0	182	757
22:30	22:45	22	106	25	3	0	1	1	0	0	158	727
22:45	23:00	14	105	13	1	0	0	0	0	0	133	662



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	SÁBADO
FECHA:	26 DE JUNIO DEL 2021

INTERVALO (min) 00:15:00		BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.
				PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +			
04:00	04:15	3	19	3	1	0	0	0	0	0	26	26
04:15	04:30	0	18	5	0	0	0	0	0	0	23	49
04:30	04:45	0	19	3	2	1	0	1	0	1	27	76
04:45	05:00	2	13	4	1	1	0	0	0	0	21	97
05:00	05:15	3	20	4	2	9	0	1	0	0	39	110
05:15	05:30	6	33	4	1	13	0	0	0	0	57	144
05:30	05:45	10	30	7	3	12	2	3	0	0	67	184
05:45	06:00	15	38	10	2	15	1	1	0	0	82	245
06:00	06:15	11	51	12	0	16	0	0	1	0	91	297
06:15	06:30	18	43	11	4	19	1	2	0	1	99	339
06:30	06:45	10	60	15	1	19	0	1	0	0	106	378
06:45	07:00	18	72	22	2	19	0	1	0	0	134	430
07:00	07:15	8	65	2	3	1	0	2	0	0	81	420
07:15	07:30	10	67	8	0	1	0	2	0	0	88	409
07:30	07:45	13	70	6	1	4	0	0	0	0	94	397
07:45	08:00	9	79	10	3	3	0	2	0	0	106	369
08:00	08:15	14	109	8	1	4	0	1	0	0	137	425
08:15	08:30	17	112	6	5	3	0	0	0	0	143	480
08:30	08:45	10	154	8	2	3	0	0	0	0	177	563
08:45	09:00	26	128	25	8	21	0	2	2	0	212	669
09:00	09:15	14	157	10	6	3	0	1	0	0	191	723
09:15	09:30	15	165	16	2	3	0	4	0	0	205	785
09:30	09:45	21	154	9	6	4	0	0	0	1	195	803
09:45	10:00	26	187	13	3	3	0	4	0	0	236	827

10:00	10:15	28	198	12	5	4	0	1	0	0	248	884
10:15	10:30	31	202	17	6	3	0	1	0	0	260	939
10:30	10:45	29	214	11	5	4	0	1	0	0	264	1008
10:45	11:00	46	195	34	5	23	0	3	1	0	307	1079
11:00	11:15	28	187	15	3	4	0	2	0	0	239	1070
11:15	11:30	24	179	17	5	5	0	4	1	0	235	1045
11:30	11:45	28	180	18	6	3	0	5	0	0	240	1021
11:45	12:00	30	244	19	2	4	0	5	0	0	304	1018
12:00	12:15	44	210	18	5	3	0	1	0	1	282	1061
12:15	12:30	33	214	23	4	4	0	2	0	0	280	1106
12:30	12:45	43	203	37	1	20	0	4	0	0	308	1174
12:45	13:00	54	201	39	6	25	0	1	0	0	326	1196
13:00	13:15	45	207	44	8	21	0	1	0	0	326	1240
13:15	13:30	51	213	28	7	19	0	2	1	0	321	1281
13:30	13:45	46	203	36	3	20	1	3	0	0	312	1285
13:45	14:00	38	202	40	3	23	1	1	1	1	310	1269
14:00	14:15	42	193	38	4	22	0	1	0	0	300	1243
14:15	14:30	39	195	32	7	18	0	3	1	0	295	1217
14:30	14:45	35	177	39	7	17	1	0	1	0	277	1182
14:45	15:00	37	175	32	3	18	0	4	2	0	271	1143
15:00	15:15	51	169	36	2	19	0	1	1	0	279	1122
15:15	15:30	41	160	39	2	21	1	0	0	0	264	1091
15:30	15:45	38	154	40	4	17	0	2	2	1	258	1072
15:45	16:00	44	166	32	2	22	0	3	1	0	270	1071
16:00	16:15	48	159	42	1	22	0	2	0	1	275	1067
16:15	16:30	42	193	17	3	19	0	1	1	0	276	1079
16:30	16:45	38	179	41	2	18	0	0	0	0	278	1099
16:45	17:00	37	192	40	4	20	0	2	0	0	295	1124
17:00	17:15	36	206	42	1	18	0	2	1	0	306	1155
17:15	17:30	34	208	41	3	21	0	2	0	1	310	1189
17:30	17:45	25	215	42	7	24	0	2	0	0	315	1226
17:45	18:00	38	221	39	4	19	1	2	2	0	326	1257
18:00	18:15	39	212	33	1	23	0	2	0	0	310	1261
18:15	18:30	43	209	31	2	20	0	2	0	0	307	1258
18:30	18:45	38	214	38	2	25	0	1	1	0	319	1262

18:45	19:00	34	215	37	3	22	0	0	2	0	313	1249
19:00	19:15	52	207	39	2	21	0	2	1	0	324	1263
19:15	19:30	38	218	41	7	21	0	0	0	0	325	1281
19:30	19:45	48	210	32	3	24	0	2	0	0	319	1281
19:45	20:00	41	223	32	6	22	0	2	1	0	327	1295
20:00	20:15	42	239	38	4	18	0	0	0	0	341	1312
20:15	20:30	37	243	41	3	11	2	1	0	0	338	1325
20:30	20:45	48	238	28	1	9	0	1	0	0	325	1331
20:45	21:00	37	213	38	2	10	0	1	1	0	302	1306
21:00	21:15	31	194	36	3	7	2	1	1	0	275	1240
21:15	21:30	19	192	32	3	6	1	2	0	0	255	1157
21:30	21:45	28	141	39	1	6	1	0	0	0	216	1048
21:45	22:00	36	144	33	0	4	1	0	1	0	219	965
22:00	22:15	35	155	27	1	2	0	1	0	0	221	911
22:15	22:30	28	133	22	1	0	0	0	0	0	184	840
22:30	22:45	30	122	23	2	0	0	1	0	0	178	802
22:45	23:00	25	111	22	1	0	0	0	0	0	159	742



Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

FICHA DE REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIÓN

CONTEO VEHICULAR MANUAL

"MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO"

INTERSECCIÓN EVALUADA:	AV. AMERICA SUR Y AV. VICTOR LARCO
ACCESO / MOVIMIENTO:	AV. VICTOR LARCO - OESTE / TODOS
ELABORADO POR:	HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., LEON VALLEJO, O.

DIA:	DOMINGO
FECHA:	27 DE JUNIO DEL 2021

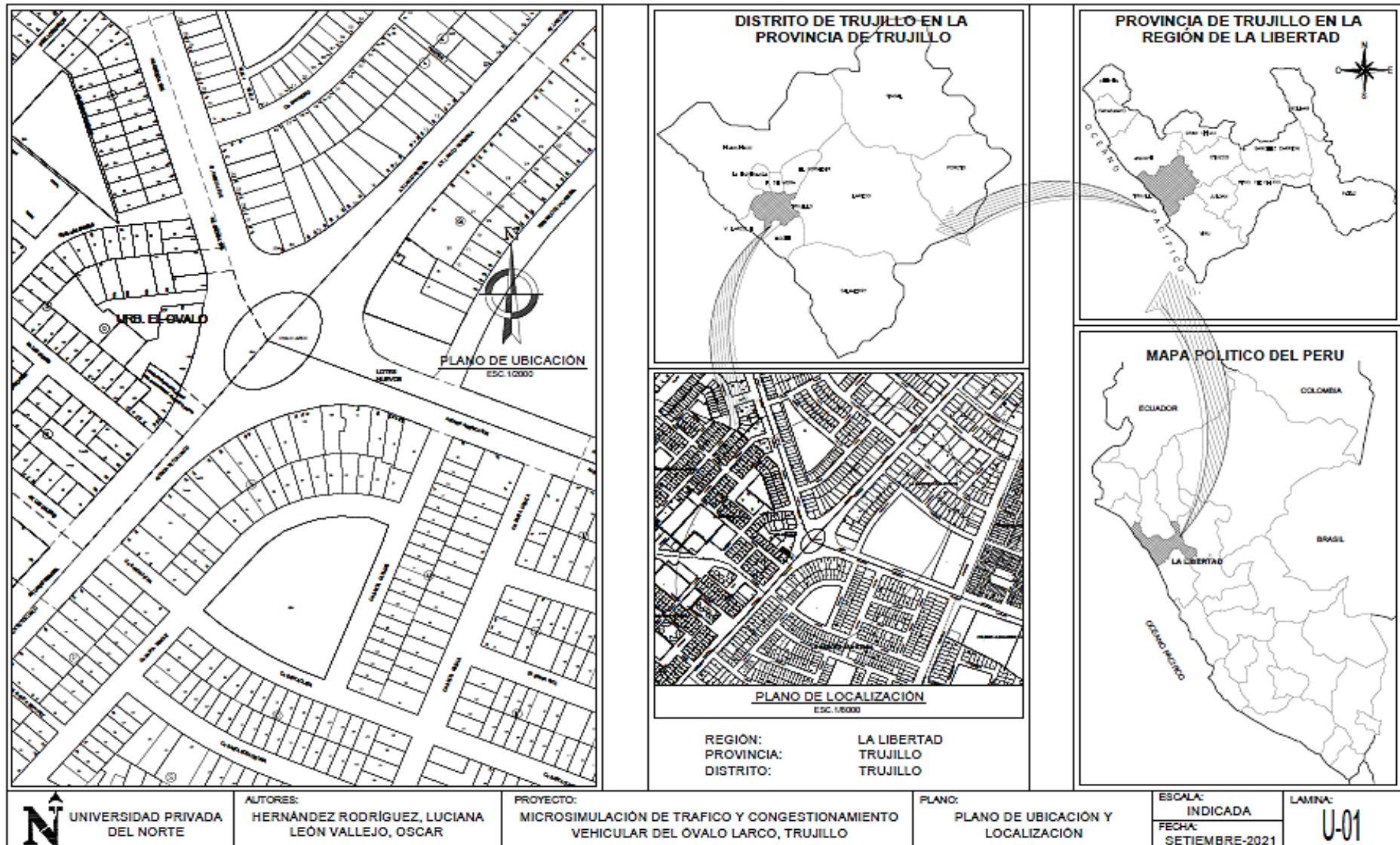
INTERVALO (min) 00:15:00	BICICLETA, MOTO	AUTO	CAMIONETAS		MICROBUS	OMNIBUS	CAMION		TRAILER	V ₁₅	V.H.	
			PICK UP	RURAL Combi			2 E	3 E +				
04:00	04:15	2	35	2	0	0	0	1	0	0	40	40
04:15	04:30	4	20	0	0	0	0	0	0	0	24	64
04:30	04:45	4	21	3	0	0	0	0	0	0	28	92
04:45	05:00	3	22	2	2	0	1	0	0	0	30	122
05:00	05:15	6	30	1	3	7	0	1	0	0	48	130
05:15	05:30	0	25	0	1	6	0	0	0	0	32	138
05:30	05:45	3	34	1	1	6	0	2	0	0	47	157
05:45	06:00	16	29	1	1	6	1	0	0	0	54	181
06:00	06:15	9	37	2	5	7	0	0	0	0	60	193
06:15	06:30	10	27	3	3	9	0	1	0	0	53	214
06:30	06:45	11	35	4	3	10	0	0	0	0	63	230
06:45	07:00	7	49	3	3	9	0	1	0	0	72	248
07:00	07:15	8	52	12	0	10	0	2	0	0	84	272
07:15	07:30	10	66	2	1	8	0	0	0	0	87	306
07:30	07:45	8	61	4	3	11	1	0	0	1	89	332
07:45	08:00	11	84	10	2	11	0	1	0	0	119	379
08:00	08:15	17	88	4	1	12	0	0	0	0	122	417
08:15	08:30	11	96	5	2	12	0	1	0	0	127	457
08:30	08:45	11	89	2	1	15	0	4	0	0	122	490
08:45	09:00	7	106	6	0	10	0	1	0	0	130	501
09:00	09:15	20	98	6	2	12	0	2	0	0	140	519
09:15	09:30	9	103	2	3	14	0	1	0	0	132	524
09:30	09:45	18	128	7	1	12	0	1	1	0	168	570
09:45	10:00	15	116	10	0	13	0	1	0	0	155	595

10:00	10:15	15	124	11	3	14	0	1	0	0	168	623
10:15	10:30	25	104	10	1	12	1	0	0	0	153	644
10:30	10:45	14	129	8	4	15	0	2	0	0	172	648
10:45	11:00	24	139	10	3	13	0	1	0	0	190	683
11:00	11:15	26	140	10	4	15	0	0	0	0	195	710
11:15	11:30	16	123	7	2	16	0	3	0	0	167	724
11:30	11:45	23	140	11	1	10	0	1	0	0	186	738
11:45	12:00	24	140	13	2	11	0	1	0	0	191	739
12:00	12:15	22	165	9	4	13	0	2	0	0	215	759
12:15	12:30	19	161	9	4	11	0	1	0	0	205	797
12:30	12:45	28	160	11	3	12	0	0	1	0	215	826
12:45	13:00	30	176	6	3	12	0	0	0	0	227	862
13:00	13:15	46	149	10	3	12	0	0	0	0	220	867
13:15	13:30	29	177	14	3	12	0	3	0	0	238	900
13:30	13:45	37	163	17	4	15	0	1	0	0	237	922
13:45	14:00	39	164	5	0	12	0	2	1	0	223	918
14:00	14:15	38	169	10	2	14	0	0	0	0	233	931
14:15	14:30	24	144	8	0	14	1	2	0	0	193	886
14:30	14:45	32	132	6	0	13	0	2	0	0	185	834
14:45	15:00	33	130	12	1	8	1	3	0	0	188	799
15:00	15:15	41	123	13	2	10	0	1	0	0	190	756
15:15	15:30	26	112	12	2	10	0	1	0	0	163	726
15:30	15:45	26	113	10	1	11	1	0	0	0	162	703
15:45	16:00	38	130	12	1	11	0	2	0	0	194	709
16:00	16:15	24	125	8	2	11	0	0	0	0	170	689
16:15	16:30	17	115	6	1	10	0	1	0	0	150	676
16:30	16:45	19	73	10	1	13	0	0	0	0	116	630
16:45	17:00	15	79	10	1	9	0	0	0	0	114	550
17:00	17:15	21	104	5	4	10	0	0	0	0	144	524
17:15	17:30	27	84	12	3	11	0	1	0	0	138	512
17:30	17:45	25	96	5	3	10	0	1	0	0	140	536
17:45	18:00	25	89	4	2	11	0	1	1	0	133	555
18:00	18:15	34	106	20	1	12	0	0	1	0	174	585
18:15	18:30	37	110	19	1	13	0	1	0	1	182	629
18:30	18:45	32	114	22	3	12	1	0	0	0	184	673

18:45	19:00	36	126	20	1	8	0	0	0	0	191	731
19:00	19:15	39	126	21	2	7	0	0	1	0	196	753
19:15	19:30	33	156	16	1	9	1	0	0	0	216	787
19:30	19:45	35	133	18	2	8	1	1	0	0	198	801
19:45	20:00	36	129	23	2	8	1	1	1	0	201	811
20:00	20:15	31	131	22	4	6	2	0	0	0	196	811
20:15	20:30	30	116	24	1	6	1	0	0	0	178	773
20:30	20:45	35	117	28	3	3	1	1	0	0	188	763
20:45	21:00	31	107	25	2	2	1	2	0	0	170	732
21:00	21:15	24	111	19	2	2	1	1	0	0	160	696
21:15	21:30	30	91	20	4	1	1	0	0	0	147	665
21:30	21:45	28	82	16	2	1	1	0	0	0	130	607
21:45	22:00	32	80	13	0	1	1	1	0	0	128	565
22:00	22:15	34	70	9	1	0	0	0	0	0	114	519
22:15	22:30	22	70	10	0	0	0	0	0	0	102	474
22:30	22:45	12	50	9	2	0	0	0	0	0	73	417
22:45	23:00	17	44	10	1	0	0	0	0	0	72	361

Ing. German Sagastegui Vásquez
CIP 126049

ANEXO N°6. Plano de ubicación y localización



ANEXO N°7. Solicitud y entrega de información del TMT

 <p>TRANSPORTES METROPOLITANOS DE TRUJILLO</p>	<p>SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA (TEXTO ÚNICO Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM)</p>	<p>INRA DE REGISTROS de Trujillo GERENCIA GENERAL RECIBIDO 09 JUL. 2021 437-2021 EXP: HORA: 1:05 p.m. FOLIOS: 1</p>
<p>I. FUNCIONARIO RESPONSABLE DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN: Sr. Responsable del acceso a la información pública de Transportes Metropolitanos de Trujillo</p>		
<p>II. DATOS DEL SOLICITANTE:</p>		
<p>Leon Vallejo Oscar Alejandro</p>	<p>DOCUMENTO DE IDENTIDAD D.N.I. / L.M. / C.E. / OTRO 72418972</p>	
<p style="text-align: center;">DOMICILIO</p>		
<p>Av. / Calle / Jr. / Psj. Martinez de Compañon #610</p>		<p>N° / Dpto. / Int. 502</p>
<p>URBANIZACIÓN San Andres</p>	<p>DISTRITO Trujillo</p>	<p>PROVINCIA Trujillo</p>
<p>DEPARTAMENTO La Libertad</p>	<p>CORREO ELECTRONICO oscarleon75569@gmail.com</p>	<p>TELÉFONO 960192529</p>
<p>III. INFORMACIÓN SOLICITADA: Plano de Geometria vial del ovalo Larco en el distro de Trujillo</p>		
<p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p>		
<p>IV. DEPENDENCIA DE LA CUAL SE REQUIERE LA INFORMACIÓN: Gerencia de Proyectos</p>		
<p>V. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (Marcar con una x):</p>		
<p>COPIA SIMPLE</p>	<p>DISKETTE</p>	<p>CD</p>
<p>Correo Electrónico</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> OTRO</p>	<p> </p>
<p>Para el efecto me comprometo a cubrir los costos que demande reproducir la información que solicito</p>		
<p>VI. DECLARACIÓN JURADA:</p>		
<p>En mi condición de solicitante DECLARO BAJO JURAMENTO, que todos los datos consignados en la presente solicitud son verdaderos, asumiendo toda responsabilidad por su veracidad y contenido</p>		
<p>APELLIDOS Y NOMBRES:</p>		<p>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</p>
<p>Leon Vallejo Oscar Alejandro</p>		<p> </p>
<p> FIRMA DEL SOLICITANTE</p>	<p> Dg.</p>	<p> </p>
<p>VII. OBSERVACIONES:</p>		



GERENCIA GENERAL

PROVEIDO N° 0431-2021-TMT/GG

A : STA. LENY LIZETH MURGA RAMIREZ
: RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

DE : ABG. GLADIS MARIELA TANTALEAN OLANO
: GERENTE GENERAL

ASUNTO : TRAMITE QUE CORRESPONDA

REF. : EXP. N° 437-2021-TMT

FECHA : Trujillo, 09 de julio del 2021

09-07-2021
Recibido
1:07:28 pm

Se deriva documento de la referencia, para dar el trámite que corresponda.

Atentamente.

TRANSPORTES METROPOLITANOS DE
TRUJILLO

ABG. GLADIS MARIELA TANTALEAN OLANO
GERENTE GENERAL

Folios (0)
cc: File
GMTO/GMTO



Calle. Paraguay N°192 Urb. El Recreo
Telefono:(044)205279



**TRANSPORTES
METROPOLITANOS
DE TRUJILLO**

ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA

INFORME N° 0013-2021-TMT/AIP

A : ING. JONATHAN TORRES RODRIGUEZ
: GERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

DE : STA. LENY LIZETH MURGA RAMIREZ
: RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

ASUNTO : SE REQUIERE INFORMACIÓN PARA DAR RESPUESTA A ACCESO DE INFORMACIÓN PÚBLICA

REF. : PROVEIDO N°0431-2021-TMT/GG

FECHA : Trujillo, 09 de julio del 2021



Me es grato dirigirme a usted, para saludarlo y a la vez hacer de su conocimiento que mediante documento de la referencia y solicitud de acceso a la información pública, el señor Oscar Alejandro León Vallejo solicita **Plano de Geometría vial del Ovalo Larco en el distrito de Trujillo**, información correspondiente a su despacho por lo que solicito que dicha información sea alcanzada el día miércoles 21 de Julio medio día; a fin de dar cumplimiento a lo solicitado en los plazos correspondientes.

Atentamente,

Leny Lizeth Murga Ramirez
RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN

Folios (0)
cc: File
LLMR/LLMR

Calle. Paraguay N°192 Urb. El Recreo
Telefono:(044)205279



GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PROVEIDO N° 0034-2021-TMT/GEP

A : ARQ. DEIVIS CESAR BRAVO JARA
: SUB GERENTE DE PROYECTOS

DE : ING. JONATHAN TORRES RODRIGUEZ
: GERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

ASUNTO : ATENCIÓN E INFORME

REF. : INFORME Nro 0013-2021-TMT/GP/JASC

FECHA : Trujillo, 12 de julio del 2021



Se remite el documento de la referencia para su atención correspondiente.

Tema: Acceso a la información pública Plano de Geometría vial del Ovalo Larco del distrito de Trujillo.

Atentamente,

TRANSPORTES METROPOLITANOS DE TRUJILLO

Ing. Jonathan Torres Rodríguez
GERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

Folios (4)
cc: File
JTR/JTR



INFORME N° 0076-2021-TMT/SGP

A : ING. JONATHAN TORRES RODRIGUEZ
: GERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

DE : ARQ. DEIVIS CESAR BRAVO JARA
: SUB GERENTE DE PROYECTOS

ASUNTO : RESPUESTA DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA: PLANO GEOMETRIA VIAL DEL
OVALO LARCO

REF. : a) Proveido N°0431-2021-TMT/GG
: b) Informe N°0013-2021-TMT/AIP
: c) Proveido N°0034-TMT/GEP

FECHA : Trujillo, 19 de julio del 2021

Por la presente, me dirijo a Ud., para saludarle cordialmente y en atención a los documentos de la "referencia", Proveido N°0034-2021-TMT/GEP, en la cual se solicita acceder a la información pública; esta dependencia adjunta la data suministrada por PLANDET y vigente actualmente.

Para lo cual se adjunta el correo en el cual se le envió la información solicitada.

Es todo cuanto informo para su conocimiento y fines pertinentes.

Sin otro particular, me suscribo a Ud.

Atentamente,

Folios (6)
cc: File
DCBJ/DCBJ

TRANSPORTES METROPOLITANOS DE TRUJILLO
Devis Bravo Jara
ARQ. Devis César Bravo Jara
SUB GERENTE DE PROYECTOS

RESPUESTA DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA: PLANO GEOMETRIA VIAL DEL OVALO LARCO

1 mensaje

Sub Gerencia de Proyectos <subgerenciadeproyectos@tmt.gob.pe>

19 de julio de 2021, 12:55

Para: Acceso a la información Publica <accesoinformacionpublica@tmt.gob.pe>

Cc: Gerencia de Proyectos TMT <proyectos@tmt.gob.pe>

Estimada buen día,

Por la presente, me dirijo a Ud., para saludarle cordialmente y en atención a los documentos de la "referencia", Provedo N°0034-2021-TMT/GEP, en la cual se solicita acceder a la información pública; esta dependencia adjunta la data suministrada por PLANDET y vigente actualmente.

Para lo cual se adjunta el enlace de descarga de Google drive:



 CATASTRO NOV_2020_WGS84.dwg

Arq. Deivis César Bravo Jara

Sub Gerente de Proyectos - TMT

Cel. +51950150021



GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

INFORME N° 0218-2021-TMT/GEP

A : STA. LENY LIZETH MURGA RAMIREZ
: RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

DE : ING. JONATHAN TORRES RODRIGUEZ
: GERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

ASUNTO : REMITO RESPUESTA PARA ATENCIÓN DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

REF. : a) INFORME Nro 0076-2021-TMT/SGP
: b) Informe Nro 13-2021-TMT/AIP

FECHA : Trujillo, 20 de julio del 2021

[Handwritten signature]
20-07-2021
Recibido
12:37 pm

Me es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y que de acuerdo a los documentos de la referencia alcanzo el informe con la respuesta al acceso a la información pública: Plano Geometría vial del Ovalo Larco, realizada por nuestro Subgerente de Proyectos.

Sin otro particular quedo de usted.

Atentamente.

TRANSPORTES METROPOLITANOS DE TRUJILLO

Ing. Jonathan Torres Rodríguez
GERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

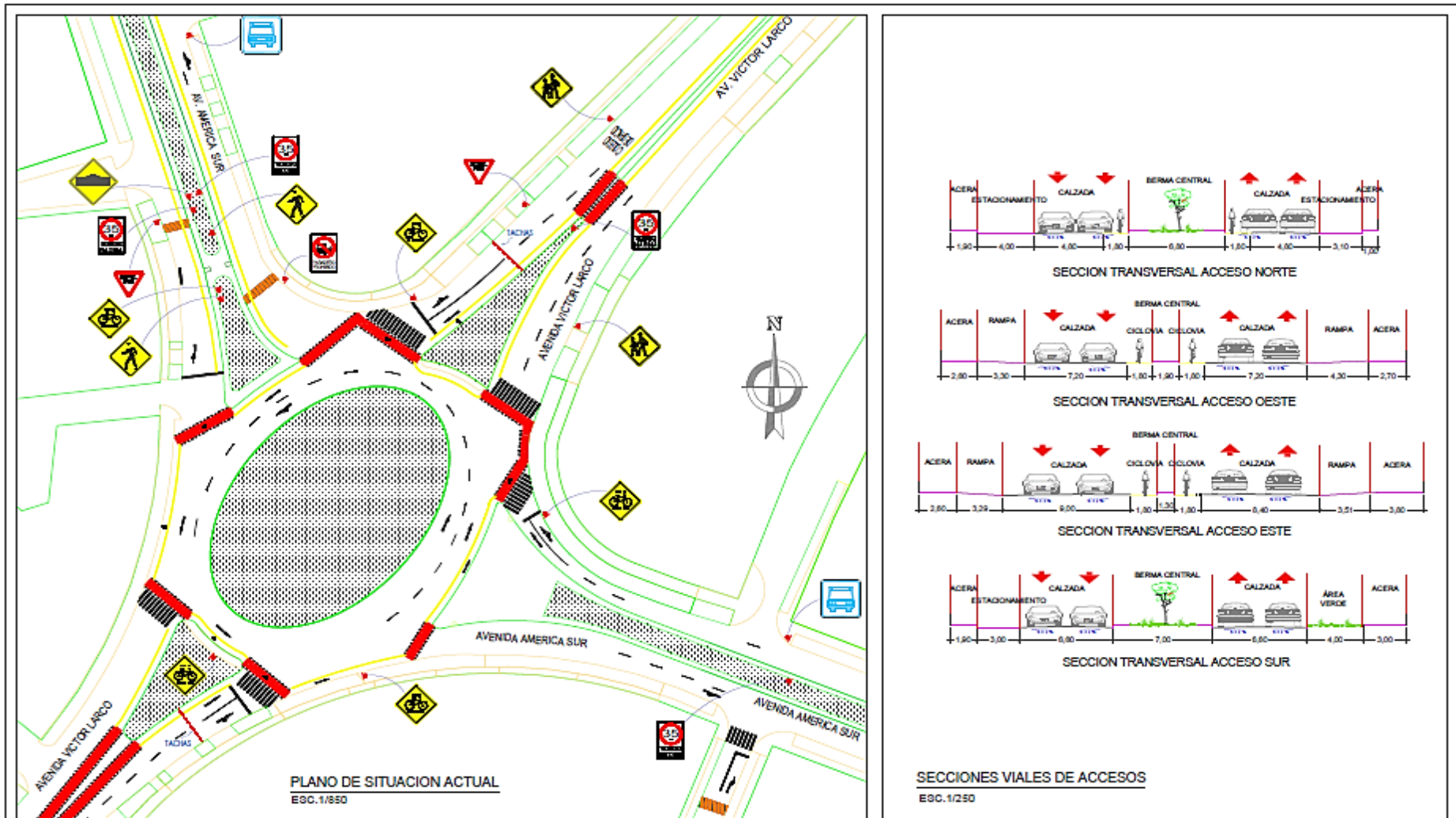
Folios (7)
cc: File
JTR/JTR

Calle. Paraguay N°192 Urb. El Recreo
Telefono:(044)205279

ANEXO N°8. Distribución t en prueba T de Student para muestras independientes

TABLA A-3		Distribución t: Valores críticos t				
Grados de libertad	Área en una cola					
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10	
Grados de libertad	Área en dos colas					
	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20	
1	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078	
2	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886	
3	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638	
4	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533	
5	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476	
6	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440	
7	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415	
8	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397	
9	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383	
10	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372	
11	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363	
12	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356	
13	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350	
14	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345	
15	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341	
16	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337	
17	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333	
18	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330	
19	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328	
20	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325	
21	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323	
22	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321	
23	2.807	2.500	2.069	1.714	1.319	
24	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318	
25	2.787	2.485	2.060	1.708	1.316	
26	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315	
27	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314	
28	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313	
29	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311	
30	2.750	2.457	2.042	1.697	1.310	
31	2.744	2.453	2.040	1.696	1.309	
32	2.738	2.449	2.037	1.694	1.309	
34	2.728	2.441	2.032	1.691	1.307	
36	2.719	2.434	2.028	1.688	1.306	
38	2.712	2.429	2.024	1.686	1.304	
40	2.704	2.423	2.021	1.684	1.303	
45	2.690	2.412	2.014	1.679	1.301	
50	2.678	2.403	2.009	1.676	1.299	
55	2.668	2.396	2.004	1.673	1.297	
60	2.660	2.390	2.000	1.671	1.296	
65	2.654	2.385	1.997	1.669	1.295	
70	2.648	2.381	1.994	1.667	1.294	
75	2.643	2.377	1.992	1.665	1.293	
80	2.639	2.374	1.990	1.664	1.292	
90	2.632	2.368	1.987	1.662	1.291	
100	2.626	2.364	1.984	1.660	1.290	
200	2.601	2.345	1.972	1.653	1.286	
300	2.592	2.339	1.968	1.650	1.284	
400	2.588	2.336	1.966	1.649	1.284	
500	2.586	2.334	1.965	1.648	1.283	
750	2.582	2.331	1.963	1.647	1.283	
1000	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282	
2000	2.578	2.328	1.961	1.646	1.282	
Grande	2.576	2.326	1.960	1.645	1.282	

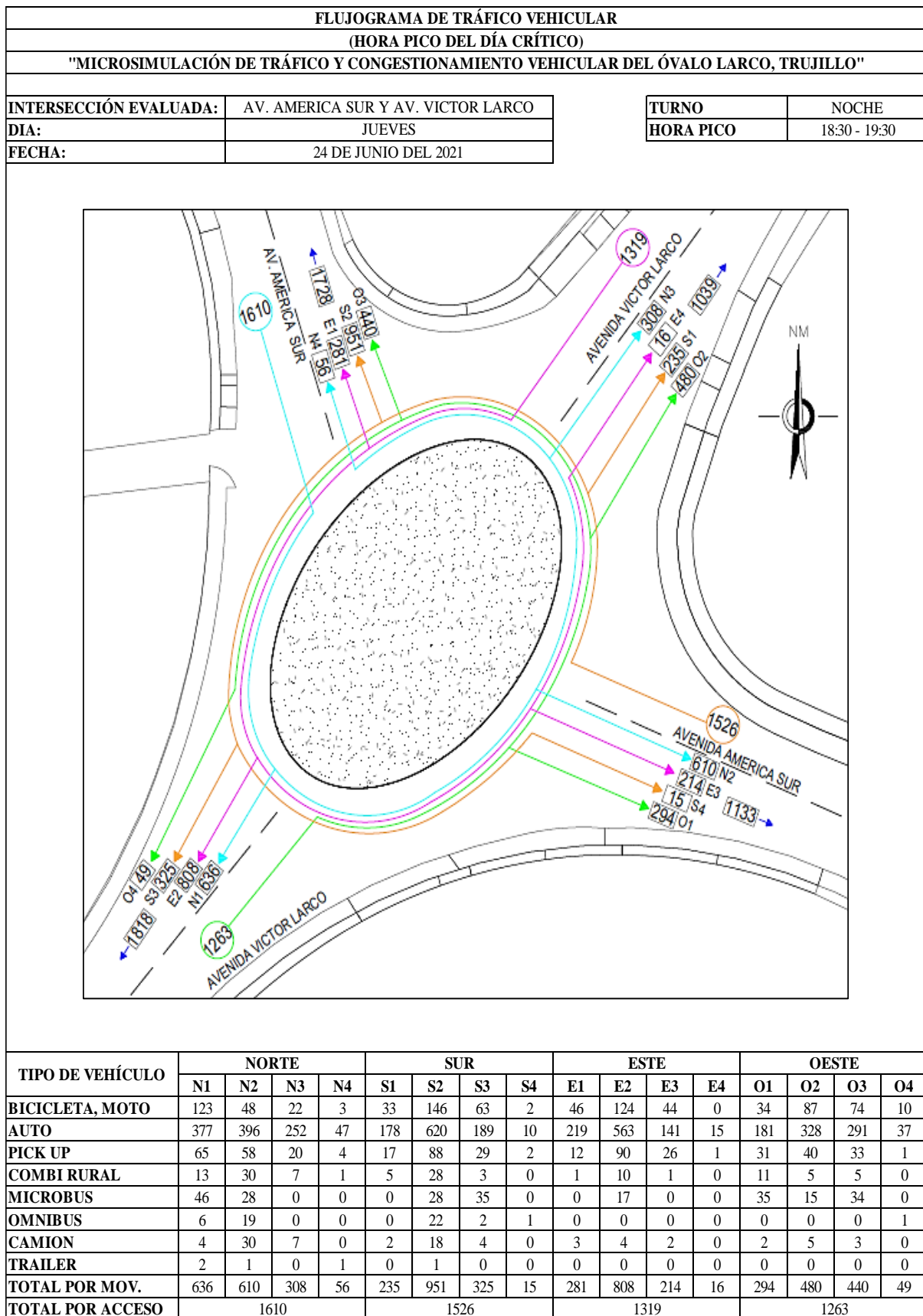
ANEXO N°9. Plano de la geometría actual del Óvalo Larco



	AUTORES: HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, LUCIANA LEÓN VALLEJO, OSCAR	PROYECTO: MICROSIMULACIÓN DE TRAFICO Y CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR DEL ÓVALO LARCO, TRUJILLO	PLANO: PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL	ESCALA: INDICADA	LAMINA: SA-01
				FECHA: SETIEMBRE-2021	

Hernández Rodríguez, Luciana Arlette.
 León Vallejo, Oscar Alejandro.

ANEXO N°10. Flujoograma de tráfico vehicular en la hora pico del día jueves



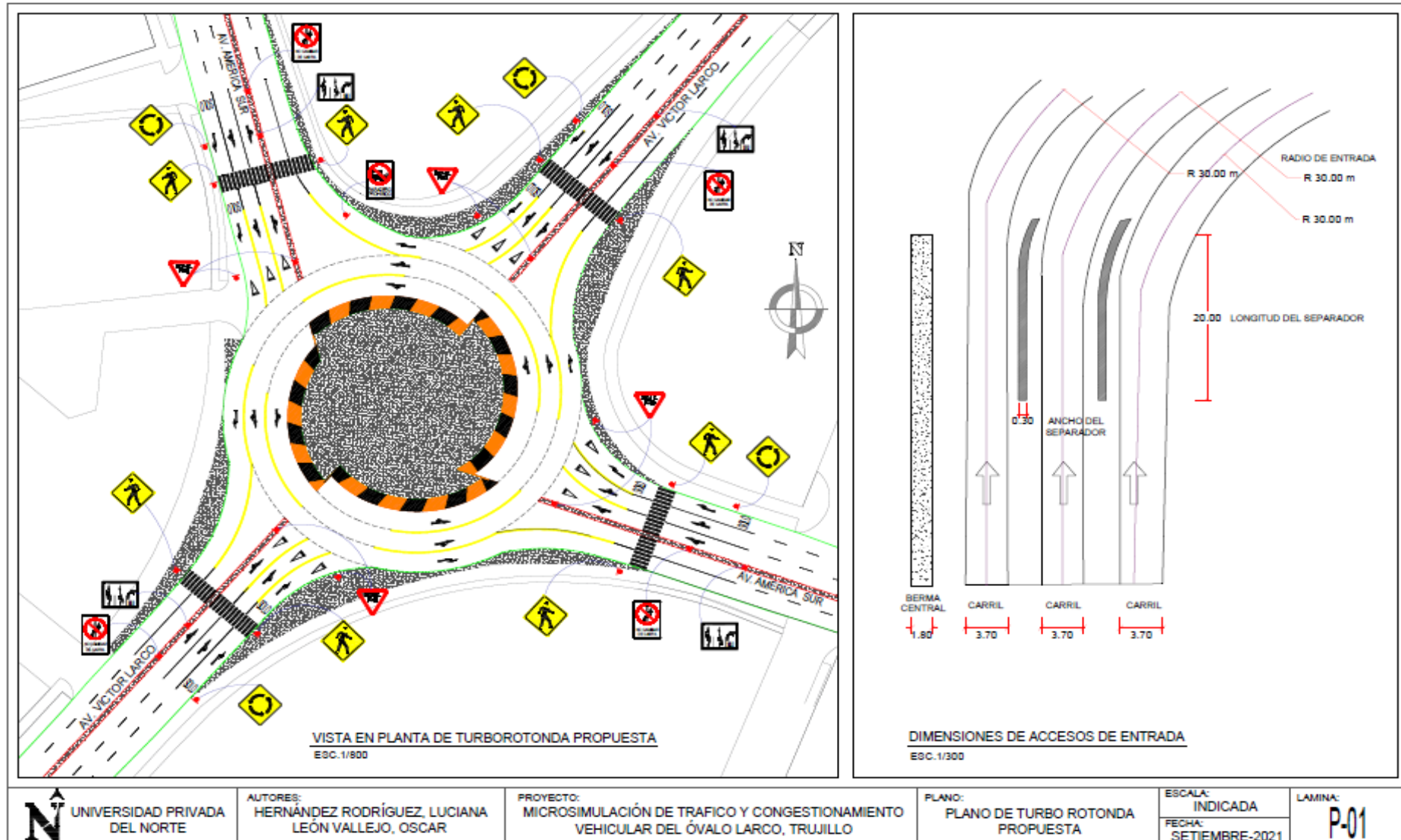
ANEXO N°11. Resultados del tiempo de viaje en Vissim para el intento 17

\$VEHICLE TRAVEL TIME MEASUREMENT EVALUATION: SIMRUN	TIMEINT	VEHICLE TRAVEL TIME MEASUREMENT	TRAVTM (ALL)	DISTTRAV (ALL)
1	600-4200	1	14.1	15.44
2	600-4200	1	14.39	15.44
3	600-4200	1	12.84	15.44
4	600-4200	1	13.54	15.44
5	600-4200	1	14.01	15.44
6	600-4200	1	14.29	15.44
7	600-4200	1	13.55	15.44
8	600-4200	1	13.61	15.44
9	600-4200	1	14.57	15.44
10	600-4200	1	13.89	15.44
11	600-4200	1	14.13	15.44
12	600-4200	1	14.3	15.44
13	600-4200	1	14.48	15.44
14	600-4200	1	14.33	15.44
15	600-4200	1	13.39	15.44
AVG	600-4200	1	13.96	15.44
STDDEV	600-4200	1	0.48	0
MIN	600-4200	1	12.84	15.44
MAX	600-4200	1	14.57	15.44

ANEXO N°12. Resultados de la microsimulación de tráfico de la situación actual en Vissim

\$MOVEMENT EVALUATION: SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	COD.	QLEN	QLENMAX	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)	STOPS (ALL)
AVG	600-4200	1-2: Av.America-Norte-Entrada@132.7-1: Av.America-Norte-Salida@81.1	N4	69.24	129	6	108.41	27.24	10.08
AVG	600-4200	1-2: Av.America-Norte-Entrada@132.7-4: Av.America-Sur-Salida@67.5	N2	85.23	108.56	6	76.81	18.01	7.54
AVG	600-4200	1-2: Av.America-Norte-Entrada@132.7-6: Av.Larco-Este-Salida@157.3	N3	69.24	108.66	6	97.41	26.95	9.31
AVG	600-4200	1-2: Av.America-Norte-Entrada@132.7-8: Av.Larco-Oeste-Salida@104.1	N1	115.02	146.73	6	49.44	15.93	3.26
AVG	600-4200	1-3: Av.America-Sur-Entrada@169.3-1: Av.America-Norte-Salida@81.1	S2	143.17	181.48	5	37.1	5.48	3.27
AVG	600-4200	1-3: Av.America-Sur-Entrada@169.3-4: Av.America-Sur-Salida@67.5	S4	69.24	100.23	6	58.25	8.93	5.17
AVG	600-4200	1-3: Av.America-Sur-Entrada@169.3-6: Av.Larco-Este-Salida@157.3	S1	106.21	165.78	1	0.84	0.02	0.01
AVG	600-4200	1-3: Av.America-Sur-Entrada@169.3-8: Av.Larco-Oeste-Salida@104.1	S3	143.17	181.48	6	66.86	15.2	5.45
AVG	600-4200	1-5: Av.Larco-Este-Entrada@120.0-1: Av.America-Norte-Salida@81.1	E1	108.16	187.23	6	65.13	6.74	4.03
AVG	600-4200	1-5: Av.Larco-Este-Entrada@120.0-4: Av.America-Sur-Salida@67.5	E3	186.23	187.23	6	130.81	32.79	12.35
AVG	600-4200	1-5: Av.Larco-Este-Entrada@120.0-6: Av.Larco-Este-Salida@157.3	E4	172.33	187.23	6	161.84	46.62	15.26
AVG	600-4200	1-5: Av.Larco-Este-Entrada@120.0-8: Av.Larco-Oeste-Salida@104.1	E2	174.52	187.23	6	140.58	40.41	12.83
AVG	600-4200	1-7: Av.Larco-Oeste-Entrada@118.5-1: Av.America-Norte-Salida@81.1	O3	155.87	224.56	6	109.38	25.96	9.72
AVG	600-4200	1-7: Av.Larco-Oeste-Entrada@118.5-4: Av.America-Sur-Salida@67.5	O1	41.36	89.52	6	55.23	17.22	4.58
AVG	600-4200	1-7: Av.Larco-Oeste-Entrada@118.5-6: Av.Larco-Este-Salida@157.3	O2	186.12	229.01	6	96.36	24.76	8.87
AVG	600-4200	1-7: Av.Larco-Oeste-Entrada@118.5-8: Av.Larco-Oeste-Salida@104.1	O4	96.85	144.36	6	119.07	31.56	9.89
AVG	600-4200	1	Total	148.17	229.01	6	81.29	20.45	7.18

ANEXO N°13. Plano de geometría vial de la turbo rotonda propuesta



ANEXO N°14. Resultados de la microsimulación de tráfico en Vissim de la turbo rotonda propuesta

\$MOVEMENT EVALUATION: SIMRUN	TIMEINT	MOVEMENT	COD.	QLEN	QLENMAX	LOSVAL (ALL)	VEHDELAY (ALL)	STOPDELAY (ALL)	STOPS (ALL)
AVG	600-3600	1-5: Av.Larco-Oeste-1@108.4-4: Av.America-Sur-Salida@23.3	O1	12.33	67.55	1	4.26	0.24	0.15
AVG	600-3600	1-13: Av. Larco-Este-2@171.0-8: Av.Larco- Oeste-Salida@102.3	E2	53.66	67.55	6	262.76	52.44	31.97
AVG	600-3600	1-14: Av.America-Sur-Entrada-1@173.0-6: Av.Larco-Este-Salida@68.6	S1	10.33	15.23	1	2.17	0.11	0.13
AVG	600-3600	1-15: Av.America-Sur-Entrada-2@173.8-1: Av.America-Norte-Salida@25.5	S2	28.46	65.11	2	10.67	0.57	0.45
AVG	600-3600	1-16: Av.America-Sur-Entrada-3@174.1-8: Av.Larco-Oeste-Salida@102.3	S3	24.12	97.63	6	57.65	14.25	4.79
AVG	600-3600	1-17: Av. América Sur-Norte-Entrada- 1@166.2-8: Av.Larco-Oeste-Salida@102.3	N1	35.16	36.91	6	89.78	14.3	8.77
AVG	600-3600	1-18: Av. América Sur-Norte-Entrada- 2@166.1-4: Av.America-Sur-Salida@23.3	N2	22.33	41.22	1	5.1	0.09	0.1
AVG	600-3600	1-19: Av. América Sur-Norte-Entrada- 3@165.9-6: Av.Larco-Este-Salida@68.6	N3	30.56	48.77	1	3.55	0.04	0.06
AVG	600-3600	1-20: Av. Larco-Este-1@171.0-1: Av.America-Norte-Salida@25.5	E1	19.12	26.24	1	0.71	0	0.01
AVG	600-3600	1-21: Av. Larco-Este-3@171.0-4: Av.America-Sur-Salida@23.3	E3	69.07	142.31	1	4.74	0.1	0.1
AVG	600-3600	1-22: Av.Larco-Oeste-2@108.5-6: Av.Larco- Este-Salida@68.6	O2	14.7	31.2	3	17.25	2.5	8.07
AVG	600-3600	1-23: Av.Larco-Oeste-3@108.6-1: Av.America-Norte-Salida@25.5	O3	10.52	18.07	4	22.31	3.56	16.15
AVG	600-3600	1	Total	42.36	164.95	4	34.65	7.29	4.24