

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL
MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL
ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025.**

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

Autores : Bach. Hamilton Joseph Ibañez Espinoza

Bach. Brayan Smith Román Fernández




Asesor : Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Línea De Investigación: LI_IC_02 – Ingeniería de Transporte

JAÉN – PERÚ, DICIEMBRE, 2025

Hamilton J. Ibañez Espinoza; Brayan S. Román Fer...

MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BIN...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3446509095

154 páginas

Fecha de entrega

16 dic 2025, 12:06 p.m. GMT-5

28.075 palabras

Fecha de descarga

16 dic 2025, 12:12 p.m. GMT-5


159.283 caracteres

Nombre del archivo

noza_Hamilton_Joseph_Rom_n_Fern_nde_z_Brayan_Smith_INFORME..pdf

Tamaño del archivo

16.0 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería




6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 18 de diciembre del año 2025, siendo las 16:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Vocal : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) **Tesis**
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

“MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM V.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIAL DE JAÉN - 2025” presentado por los Bachilleres **Hamilton Joseph Ibañez Espinoza y Brayan Smith Román Fernández**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) **Aprobar** () Desaprobar (**X**) **Unanimidad** () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

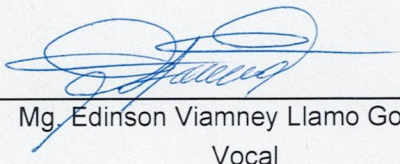
Siendo las 16:50 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Presidente



Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Secretario



Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea
Vocal

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, **Hamilton Joseph Ibañez Espinoza**, identificado con DNI **71003860** y **Brayan Smith Román Fernández** identificado con DNI **73572723**, bachilleres de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de **Ingeniería** de la Universidad Nacional de Jaén:

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025.”.

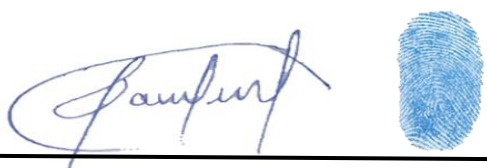
Asesorado por **Dr. Manuel Emilio Milla Pino**.

El mismo que presento bajo la modalidad de **Tesis** para optar; el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

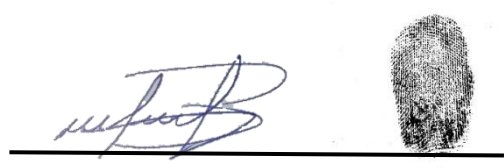
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 01 de Febrero del 2026.



Hamilton Joseph Ibañez Espinoza



Brayan Smith Román Fernández

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Planteamiento del problema	8
1.2. Justificación.....	10
1.3. Hipótesis.....	13
1.4. Objetivos	13
1.5. Antecedentes de la investigación	13
II. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1. Ubicación del proyecto.....	22
2.2. Población, Muestra y Muestreo:	23
2.3. Variables de estudio.....	23
2.4. Tipo y diseño de investigación.....	23
2.5. Materiales:	24
2.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	25
2.7. Análisis comparativo con otros softwares de simulación de tránsito.....	26
2.8. Recolección de datos de campo	27
2.9. Procedimiento para la obtención de la licencia académica del software PTV VISSIM	38
2.10. Creación de la simulación.....	41
2.11. Simulación del proyecto	57

2.12. Características y funciones del software	62
III. RESULTADOS	64
IV. DISCUSIÓN	96
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
AGRADECIMIENTO	111
DEDICATORIA	112
ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos referentes a la geometría	27
Tabla 2. Tabla de planificación del conteo vehicular	29
Tabla 3. Total de vehículos por día	30
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular en el día de máxima demanda en hora pico (lunes 26 de mayo de 2025).....	32
Tabla 5. Conteo peatonal total en hora punta (12:00–13:00).....	36
Tabla 6. Resumen de la velocidad promedio de aproximación.....	37
Tabla 7. Parámetros calibrados para motocicletas y mototaxis.....	56
Tabla 8. Parámetros calibrados para vehículos tipo tráiler.....	57
Tabla 9. Comparación de resultados operacionales por acceso - Alternativa 1	77
Tabla 10. Comparación de resultados operacionales por acceso - Alternativa 2	78
Tabla 11. Comparación de resultados operacionales por acceso – Alternativa 3.....	79
Tabla 12. Comparación de alternativas según criterios operativos y de factibilidad.....	83
Tabla 13. Resumen de comparación del escenario actual y propuesta por indicadores.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de la zona de estudio.....	22
Figura 2 Proceso metodológico para la recolección de datos en campo	27
Figura 3. Distribución diaria del flujo vehicular en el Óvalo Binacional.....	31
Figura 4. Distribución del volumen vehicular – Día crítico (26 de mayo).....	33
Figura 5. Composición vehicular durante la hora punta en el óvalo Binacional.....	34
Figura 6. Flujograma del proceso de aforo vehicular y procesamiento de datos.....	35
Figura 7. Interfaz de la página web oficial de PTV Group – Apartado de Licencia para Tesis	38
Figura 8. Correo reemitido con los archivos solicitados adjuntos.....	39
Figura 9. Correo del equipo PTV Group con los elementos de la licencia para activación en el software PTV Vissim.	40
Figura 10. Licencia para tesis activada en el software PTV Vissim.....	41
Figura 11. Fondo de Modelo en Vissim v.24	42
Figura 12. Construcción de la red del escenario actual en el software PTV vissim	43
Figura 13. Composición de vehículos.....	44
Figura 14. Modelos de conducción vehicular.....	45
Figura 15. Configuración de vehículos especiales - Mototaxi.....	46
Figura 16. Configuración de vehículos especiales - Moto carguera.....	47
Figura 17. Configuración de vehículos especiales - Motocicleta	48
Figura 18. Configuración de vehículos especiales - Pick up.....	49
Figura 19. Configuración de entradas vehiculares en el modelo de simulación.....	50
Figura 20. Asignación de rutas vehiculares en el óvalo Binacional	52
Figura 21. Configuración de prioridades de paso en el entorno de simulación de PTV Vissim	53
Figura 22. Implementación de zonas de velocidad reducida en PTV Vissim.....	54
Figura 23. Vista de links y conectores reestructurados en Modelo Proyecto	58
Figura 24. Vista de las nuevas rutas propuestas en la zona de estudio	59
Figura 25. Vista de vías Villanueva Pinillos y Av. Pakamuros N-S con la configuración de anchos reales representando las vías libres de estacionamientos.....	60
Figura 26. Procedimiento para insertar señalización horizontal en el software.	61
Figura 27. Vista de señalización horizontal en calzada y separación de carriles con anchos equitativos.....	62
Figura 28. Condiciones geométricas del Óvalo Binacional observadas en campo	65

Figura 29. Vehículos estacionados en la calzada del Óvalo Binacional	66
Figura 30. Vehículos menores y livianos en los accesos del Óvalo Binacional	67
Figura 31. Bajo flujo peatonal en los diferentes accesos del óvalo Binacional.....	68
Figura 32. Presencia de baches en el pavimento.	69
Figura 33. Superficie de rodadura con daños localizados tipo bache	70
Figura 34. Giro conflictivo identificado en el Óvalo Binacional	71
Figura 35 Giro conflictivo identificado en el Óvalo Binacional	72
Figura 36. Giro desde la avenida Villanueva Pinillos hacia la avenida Pakamuros (vista alternativa).	73
Figura 37. Nivel de servicio actual del Óvalo Binacional obtenido mediante simulación en PTV VISSIM v24.....	74
Figura 38. Nivel de servicio por movimiento en el Óvalo Binacional	75
Figura 39. Marcas en pavimentos: líneas de carriles.	80
Figura 40. Marcas en pavimentos: Flechas direccionales.....	80
Figura 41. Marcas en pavimentos: Paso de cebra.....	81
Figura 42. Marcas en pavimentos: Áreas neutras canalizadoras - Bifuración.....	81
Figura 43. Señales preventivas y reguladores de tránsito normados por el MTC-2018.....	82
Figura 44 Velocidades estimadas en las vías de la Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos con la propuesta de mejora	85
Figura 45. Demoras relativas en las Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos con la propuesta de mejora	86
Figura 46. Relación entre volumen y demoras por ejes viales con la propuesta de mejora ...	87
Figura 47. Longitudes máximas de colas de las vías Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos con la propuesta de mejora	88
Figura 48. Nivel de servicio en los nodos en el escenario proyecto con la propuesta de mejora	89
Figura 49. Nivel de servicio por movimiento en el área de estudio del escenario proyecto con la propuesta de mejora	90
Figura 50. Gráfica de resumen de resultados de la simulación de la situación actual.	92
Figura 51. Gráfica de resumen de resultados de la simulación de la propuesta de mejora. ...	93
Figura 52. Gráfica de comparación de resultados por nodo de la simulación entre situación actual y propuesta.	94

RESUMEN

El estudio tuvo como finalidad modelar y evaluar el tránsito vehicular y peatonal en el Óvalo Binacional de Jaén mediante PTV Vissim v24, con el objetivo de identificar factores de congestión y plantear alternativas de mejora. La investigación fue aplicada, de diseño no experimental y enfoque cuantitativo. El diagnóstico inicial evidenció una geometría vial poco favorable para maniobras de giro, presencia de estacionamiento en calzada y giros conflictivos que afectaban la fluidez del tránsito. Con esta información se elaboró un modelo de microsimulación validado por especialistas en transporte, garantizando coherencia y fiabilidad de los resultados. Se evaluaron alternativas como la eliminación de estacionamientos en los accesos con mayor demanda, la supresión de giros conflictivos, la demarcación vial y la implementación de señalización para una adecuada orientación del flujo vehicular. Los resultados demostraron mejoras significativas: reducción de la demora relativa promedio de 14.77 s a 2.42 s, demora por detención de 4.34 s a 0.15 s y longitud de cola promedio de 3.07 m a 0.48 m, elevando el nivel de servicio de “B” a “A”. Se concluye que la gestión vial sustentada en modelaciones calibradas contribuye a optimizar el desempeño y mejorar la movilidad urbana.

Palabras clave: tránsito vehicular, simulación, PTV Vissim, demarcación vial, nivel de servicio, gestión vial.

ABSTRACT

The aim of this study was to model and evaluate vehicular and pedestrian traffic at the Binational Roundabout in the city of Jaén using PTV Vissim v24, with the purpose of identifying congestion factors and proposing improvement alternatives. The research was applied in nature, with a non-experimental design and a quantitative approach. The initial diagnosis revealed an unfavorable roadway geometry for turning maneuvers, on-street parking, and conflicting turns that affected traffic flow. Based on this information, a microsimulation model was developed and validated by transportation specialists, ensuring technical consistency and reliability of the results. Several alternatives were evaluated, including the removal of on-street parking at the most demanded accesses, elimination of conflicting turns, road marking, and the implementation of vertical and horizontal signage to properly guide drivers. The results showed significant improvements: a reduction in average relative delay from 14.77 s to 2.42 s, stopped delay from 4.34 s to 0.15 s, and average queue length from 3.07 m to 0.48 m, raising the level of service from “B” to “A.” It is concluded that traffic management measures supported by calibrated simulations contribute to optimizing operational performance and improving urban mobility.

Keywords: vehicular traffic, simulation, PTV Vissim, pavement marking, level of service, traffic management.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El crecimiento urbano acelerado y el aumento sostenido del uso del transporte privado han derivado en una intensificación de la congestión vehicular en distintos entornos metropolitanos a nivel mundial. Estudios recientes sostienen que la infraestructura vial actual no responde con eficiencia a la demanda contemporánea de movilidad. Según Güven (2025), la transición hacia modalidades presenciales de trabajo tras la pandemia ha generado un repunte significativo en la congestión urbana, superando la capacidad de las redes viales y provocando pérdidas económicas y sociales en grandes ciudades. Asimismo, Ansari et al. (2025) enfatizan la necesidad de implementar soluciones basadas en modelamiento y sistemas inteligentes de gestión para optimizar el flujo vehicular ante escenarios urbanos complejos.

La situación actual del tráfico presenta desafíos significativos para el flujo óptimo de vehículos y peatones, generando un impacto considerable en los ámbitos social y económico. Tal es el caso de Ciudad de México, donde la congestión vehicular le cuesta a su población más de 90 millones de pesos, una cifra que triplica la inversión proyectada en transporte público para la ciudad, producto de los constantes embotellamientos que se registran en sus calles (SN, 2022). De manera similar, Los Ángeles, EE. UU., enfrenta una de las peores congestiones de tráfico del país, donde los conductores pasan largos periodos en atascos, ocasionando retrasos significativos y contribuyendo adicionalmente a la contaminación del aire.

Dicha problemática no es ajena al Perú, ya que, el Banco Interamericano de Desarrollo (2021) señala que Lima se posiciona como la tercera ciudad con mayor congestión peatonal y vehicular, lo que se traduce en pérdidas económicas estimadas en US\$ 582 millones, además de significativas demoras para los usuarios, que pueden alcanzar 36 horas por persona y hasta 148 horas en quienes utilizan vehículos privados. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en noviembre de 2022, el flujo de tránsito de vehículos livianos que pasaron por las casetas de peaje aumentó en 12.5% respecto al mismo mes en el 2021. Las casetas que presentaron mayor flujo de tránsito fueron: al norte, Piura (Loma Larga Baja 1.7%); en el sur, Ica (Marcona 18,1%) y Moquegua (Ilo 4,8%); y en el centro, Lima (Pasamayo Serpentina 19,4%). En el caso de vehículos pesados, la situación no es tan crítica, registrando solo un aumento del 1.9% con respecto al 2021, las unidades con mayor flujo de tráfico se registraron: al norte, Piura (Paita 9,8% y Piura-Sullana 2,2%), Cajamarca (Pomahuaca-Pucara

2,7%), Lambayeque (Desvío Olmos 2,0%) y San Martín (Aguas Claras 0,5%).). En el sur, Ica (Marcona 37,4%), Moquegua (Ilo 30,3%), Puno (Caracoto 13,9%) y Arequipa (Matarani-Concesión 3,9%); y en el centro, en Lima (Variante Pasamayo 0,5% y El Paraíso 0,2%).

En la región Cajamarca, según estadísticas de INEI, solo en julio del 2022, el flujo vehicular, para vehículos pesados aumentó en un 6.5%. (INEI, 2022) Y de los vehículos ligeros, hubo un incremento de 0.3%. (INEI, 2022) Este problema está latente en esta región, debido a la presencia de un gran número de vehículos de transporte público en la que colapsan la capacidad de pasajeros que se transportan entre distritos en horas pico. Además, no cuenta con una Agencia Nacional de Tránsito y Seguridad Vial (ANTSV) que vele por el cumplimiento de las normas que estipula el MTC. (RCR, 2023)

La provincia de Jaén también está inmiscuida en esta problemática, predominando vehículos ligeros y pesados con una tendencia de un continuo incremento por ser una ciudad en vías de desarrollo, lo que genera con regularidad largas colas de vehículos y estancamientos. Esta situación se debe principalmente a que en la ciudad no existe un sistema de transporte público local, además, se evidencia la falta de infraestructura vial de transporte público. Factores que contribuyen al tráfico vehicular y peatonal en la ciudad, ocasionando caos en las principales vías.

La ciudad de Jaén se encuentra estratégicamente ubicada sobre dos corredores económicos de alcance binacional, lo que la convierte en un punto clave para el movimiento de bienes y personas . Su papel como centro de redistribución le permite mantener una dinámica comercial constante y establecer vínculos significativos con regiones como Piura, Lambayeque y Amazonas, (Merino, 2013). Esta posición le otorga un alto potencial para expandir el mercado de sus productos locales y proyectarse como un operador logístico relevante dentro de los corredores económicos regionales. Sin embargo, estas mismas condiciones generan una creciente demanda de movilidad y presión sobre su infraestructura vial, acentuando problemas de tránsito que afectan su funcionamiento y competitividad.

A causa de que la ciudad ha ido creciendo tanto económica como socialmente, también lo ha hecho a la par el volumen vehicular. La presente problemática se puede evidenciar en el Óvalo Binacional de la ciudad de Jaén, exactamente entre las avenidas Pakamuros y Mariscal Castilla. Además, esta intersección es uno de los accesos principales a la ciudad, y es ahí por donde ingresan vehículos grandes como camiones de carga pesada y buses, vehículos menores como mototaxis, motos lineales; y vehículos ligeros como minivans, combis y camionetas que

llegan a los paraderos que están cerca de la zona de estudio, ya que los vehículos que entran y salen de las paradas a menudo interrumpen el flujo normal del tráfico, provocando retrasos considerables y caos en el tráfico debido a que la vía carece de señalización adecuada como semáforos, señales de alto y giros permitidos, crea confusión para conductores y peatones, aumentando el riesgo de accidentes y colisiones en la zona. La falta de líneas de paso de peatones adecuadas también puede comprometer la seguridad de los peatones que intentan cruzar una intersección.

En consecuencia, el lento flujo de vehículos ya no garantiza una transitabilidad segura, ocasionando demoras de viajes, contaminación acústica, consumo de gasolina, etc. Acorde a ello, llega a ser motivo por el cual se realiza la presente investigación y se busca plantear mejoras que reduzcan la congestión vehicular y a su vez proporcione mayor seguridad al peatón. Por lo antes expuesto es necesario un modelo adecuado para gestionar el tránsito vehicular y peatonal en el Óvalo Binacional. Esto se debe a que el diseño vial actual y la gestión del tráfico no están respaldados por un análisis técnico que permita comprender los flujos de movilidad y prever escenarios de mejora.

El modelo utilizado es teórico-práctico porque se fundamenta en conceptos y principios del tránsito que permiten comprender el comportamiento del flujo vehicular y peatonal, y al mismo tiempo se implementa en un entorno computacional con datos reales para analizar, evaluar y mejorar las condiciones operativas del Óvalo Binacional. De este modo, combina la explicación del fenómeno con su aplicación directa para la toma de decisiones.

En ese sentido, en la presente investigación se plantea como problema: ¿Cuál será el modelo de tránsito vehicular y peatonal mediante el software PTV Vissim .v24 en el óvalo binacional, provincia de Jaén?

1.2. Justificación

En el Óvalo Binacional presenta una problemática de congestión vehicular y servicio peatonal debido a que se encuentra dentro de un tramo de la ciudad de Jaén con un alto volumen de flujo vehicular, siendo una de las zonas más concurridas, donde se destaca la saturación de las calles, evidenciada por la escasez de cultura vial adecuada entre peatón y conductor.

Este estudio tiene como objetivo identificar alternativas para mejorar el nivel de servicio de tránsito con el fin de lograr un mayor flujo vehicular y una menor congestión en el Óvalo Binacional. Esta investigación apunta a contribuir a la mejora del sistema de tráfico y, por lo

tanto, beneficiará al grupo de usuarios, tanto los automovilistas como los peatones que transitan por la intersección.

Teórica:

La identificación del modelo más idóneo para optimizar el tránsito vehicular y peatonal es un componente esencial del urbanismo, ya que este tiene como objetivo principal mejorar la funcionalidad y legibilidad de los espacios urbanos (Lynch, 1960). De acuerdo con Hall (2002), la planificación urbana se orienta a anticipar y gestionar el crecimiento de las ciudades, por lo que estudiar la movilidad local resulta indispensable. Asimismo, la movilidad urbana se ha convertido en un factor crítico para el desarrollo sostenible de las ciudades (Rodrigue, 2020), lo que hace necesario el uso de herramientas científicas capaces de modelar el comportamiento del sistema de transporte. En este sentido, los modelos de simulación permiten evaluar alternativas de gestión y estimar su impacto sobre el flujo vehicular y peatonal (Ortúzar & Willumsen, 2011). La elección del software PTV Vissim responde a su capacidad de representar interacciones microscópicas y analizar medidas de mejora con alta precisión (PTV Group, 2022).

Social:

La investigación sobre el modelo más adecuado para mejorar el tránsito vehicular y peatonal en una intersección en la provincia de Jaén es de vital importancia para el bienestar y la calidad de vida de la sociedad que conforman dicho lugar. A través de esta investigación, se busca abordar una problemática que afecta directamente a todos los ciudadanos, independientemente de su edad, género o condición social. En muchos países, los accidentes de tránsito son una de las principales causas de muerte y lesiones graves. La mejora del tránsito vehicular y peatonal puede reducir significativamente estos riesgos y preservar la integridad física de las personas. es por ello que se debe tener un plan de ordenamiento urbano para poder reducir la congestión, con base a un análisis del aforo vehicular y flujo peatonal en las horas punta y en horas durante la semana que generen concentración vehicular por actores externos como afluencia no programada (comercios, feriados, etc) (Mamani Quispe & Ramos Colque, 2018).

Práctica:

La investigación en esta área, utilizando herramientas tecnológicas como el software PTV Vissim, proporciona información valiosa que los responsables de la formulación de

políticas, los planificadores urbanos y los profesionales del transporte pueden utilizar para desarrollar e implementar estrategias efectivas. Estas estrategias pueden incluir medidas de gestión del tráfico, como, mejorar la infraestructura vial y peatonal, introducir tecnologías de transporte inteligente y promover modos de transporte alternativos. Al identificar el modelo más apropiado, los recursos se pueden asignar de manera más eficiente y se pueden lograr resultados tangibles en la mejora de la movilidad urbana.

Utilizar el software PTV Vissim v24 resulta fundamental debido a su capacidad de simular el comportamiento microscópico de cada vehículo y peatón, empleando el modelo de seguimiento vehicular Wiedemann (PTV Group, 2017), el cual reproduce con alta precisión la interacción entre conductores, las distancias de seguimiento, los tiempos de reacción y los efectos del tránsito mixto.

Metodológica:

La investigación sobre el modelo más adecuado para mejorar el tránsito vehicular y peatonal también tiene relevancia metodológica. El estudio de este tema requiere la aplicación de métodos de investigación rigurosos y diversas herramientas de análisis. Los enfoques metodológicos pueden incluir la recopilación y análisis de datos de tráfico, la realización de encuestas y entrevistas a los residentes, el uso de modelos de simulación y el estudio de casos comparativos. La movilidad se puede analizar, modelizar y simular, en busca de escenarios, nuevas realidades. Esta capacidad de simulación viene a ser el nivel más avanzado en el análisis de datos de movilidad (Córdoba,2024). Utilizando métodos sólidos, se puede obtener información precisa y confiable para respaldar la toma de decisiones informadas y la implementación de mejoras efectivas para vehículos y peatones.

Interdisciplinario

La combinación de conocimientos en urbanismo, ingeniería vial y planificación vial es clave para diseñar y gestionar de manera eficiente las infraestructuras de transporte. El urbanismo establece el marco dentro del cual se desarrollan estas infraestructuras, teniendo en cuenta aspectos como la zonificación, la accesibilidad y los efectos sociales y ambientales. Por su parte, la ingeniería vial se centra en el diseño y la construcción de las infraestructuras, asegurando su efectividad y seguridad a través del diseño geométrico, el análisis de la capacidad y el flujo de tráfico, y la gestión del control vial. La planificación vial, por su lado, se enfoca en garantizar la sostenibilidad a largo plazo, mediante la previsión de demanda, el análisis de diferentes escenarios y la gestión del tráfico, buscando optimizar la movilidad para

cubrir tanto las necesidades actuales como futuras. En esta investigación, estos tres enfoques se combinan utilizando herramientas como el software PTV VISSIM, que simula el comportamiento del tráfico vehicular y peatonal, permitiendo evaluar el impacto de las infraestructuras y planificar soluciones eficientes y sostenibles en el Óvalo Binacional. Así, se logra un enfoque integral para mejorar la circulación y seguridad, considerando tanto los aspectos técnicos como los sociales y ambientales.

1.3. Hipótesis

El modelo de tránsito vehicular y peatonal mediante el software PTV VISSIM .v24 permitirá proponer alternativas para reducir la congestión y optimizar la circulación vehicular y peatonal en el Óvalo Binacional, provincia de Jaén.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Modelar el tránsito vehicular y peatonal, mediante el software PTV Vissim .24 en el Óvalo Binacional, provincia de Jaén.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Diagnosticar los causales de congestionamiento del tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional.
- Determinar el nivel de servicio actual del Óvalo Binacional mediante el software PTV Vissim .v24.
- Analizar alternativas para mejorar el tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional.
- Formular una propuesta para el mejoramiento del tránsito vehicular en el Óvalo Binacional.

1.5. Antecedentes de la investigación

1.5.1. A nivel internacional:

Autores de diferentes partes del mundo han buscado arduamente reducir los niveles de accidentalidad en los lugares más críticos. Es por ello que han analizado diferentes tramos, carreteras y metodologías.

Por ejemplo, Choez Pilay (2022), en su proyecto de titulación titulado “Análisis del nivel de servicio, identificando el estado actual de la calle Chimborazo, tramo Juan Montalvo–Cotopaxi, cantón Jipijapa”, tuvo como objetivo analizar el nivel de servicio y el estado actual de dicha vía, empleando una metodología basada en técnicas de observación, visitas técnicas,

métodos estadísticos, aforos volumétricos, verificación del tráfico atraído y desviado en las intersecciones adyacentes, así como el levantamiento topográfico para determinar las características geométricas; los resultados obtenidos permitieron identificar un nivel de servicio D y una velocidad media de 16 km/h, conforme a los criterios del Highway Capacity Manual (HCM), proponiéndose como mejora principal el fortalecimiento de la seguridad vial mediante la implementación de señalización horizontal y vertical, alternativa que constituye el principal aporte del estudio para la optimización de la operación vial y el ordenamiento del tránsito en el tramo analizado.

Granja y Aguirre (2021), en su tesis titulada “Estudio de tráfico para evaluar y determinar la incidencia en el descongestionamiento en las vías urbanas que componen la ruta E-35 (Cristóbal de Troya–Obispo Jesús Yerovi y Av. Fray Vacas Galindo) posterior a la apertura del nuevo anillo vial de la ciudad de Ibarra”, tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento del tránsito vehicular a fin de determinar su incidencia en el descongestionamiento de dichas vías. La metodología empleada se basó en estudios de tráfico, análisis de volúmenes vehiculares y patrones de flujo en horas punta, utilizando el manual HCM para la determinación de los niveles de servicio. Los resultados evidenciaron que la apertura del nuevo anillo vial no generó un descongestionamiento significativo, identificándose al factor humano como la principal causa de la congestión, manteniéndose niveles de servicio entre A y C, con circulación continua, pero con retrasos tolerables. El principal aporte de este estudio a la presente investigación fue la aplicación de la metodología del HCM para la evaluación de los niveles de servicio.

Cardona et al. (2020) analizaron la accesibilidad urbana en Quibdó, Colombia, empleando una metodología dividida en cinco fases: recopilación y estructuración de información de la red vial y datos de velocidad mediante GPS; representación gráfica de la red de transporte; construcción de escenarios base y futuro con intervenciones proyectadas para 2025; evaluación de la accesibilidad mediante tiempos medios de viaje; e identificación de los sectores más beneficiados. Los resultados mostraron mejoras significativas en la accesibilidad, reduciendo los tiempos de desplazamiento para más del 80% de la población, especialmente en zonas periféricas. Aunque la metodología resultó útil para la planificación preliminar, los autores recomiendan considerar aspectos como la calidad de las vías, la disponibilidad de transporte público, la seguridad vial y la participación ciudadana en investigaciones futuras.

Por otro lado, Almea, J. & Valle, N. (2022). En su tesis titulada “Estudio de tráfico y solución al congestionamiento vehicular ocasionado por el sistema de transporte público en la intersección Av. Fco. de Orellana y Calle José Alavedra en Guayaquil, Ecuador”, el objetivo central fue analizar el impacto del transporte público en el flujo vehicular de la ciudad de Guayaquil. El estudio identifica como principales problemáticas el incremento demográfico, la actividad comercial diaria y las rutinas laborales, factores que contribuyen al desorden vial. La intersección conformada por la Av. Fco. de Orellana y la Calle José Alavedra fue seleccionada debido a la alta circulación de unidades de transporte público y al notable congestionamiento que se presenta durante las horas pico, afectando también el desplazamiento de vehículos particulares. Para el desarrollo del análisis se llevaron a cabo conteos vehiculares con el fin de obtener el tráfico promedio diario semanal, además de encuestas dirigidas a ciudadanos y usuarios que transitan por la zona, lo que permitió identificar las principales necesidades y percepciones sobre la problemática. A partir de sus resultados se propusieron dos alternativas de solución: a) Eliminación del sentido Este-Oeste hacia el norte y carril exclusivo para transporte público y b) Carril exclusivo para transporte público y rediseño de semaforización.

Según Vera José et al. (2021), en su artículo publicado en la revista Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología (RIEMAT) titulado “Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador”, se aplicó una metodología que integró el análisis de las características geométricas y de señalización de la intersección con aforos vehiculares, peatonales y de ciclistas realizados en días representativos, evitando la influencia de eventos atípicos; posteriormente, se calcularon parámetros como el flujo de saturación, el caudal ajustado en hora pico, los radios de flujo y las demoras por carril y aproximación, conforme a los lineamientos del Highway Capacity Manual (2010). Los resultados evidenciaron una demora promedio de 33 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio C; no obstante, algunos carriles, principalmente los derechos de las aproximaciones 1, 2 y 4, alcanzaron niveles de servicio D debido a la elevada demanda vehicular, la presencia de ciclistas y las zonas de estacionamiento. El aporte de este estudio a la presente investigación radica en la aplicación del HCM para la evaluación detallada del nivel de servicio por carril y aproximación, así como en la consideración del tránsito multimodal como factor determinante en el desempeño de intersecciones urbanas.

1.5.2. A nivel nacional:

Tito, J. (2024). En su tesis titulada “Optimización del nivel de servicio vehicular y flujo peatonal por microsimulación con el programa PTV Vissim, en los jirones Los Incas, Tacna, Cahuide y Avenida La Torre – Puno” tuvo como objetivo optimizar el nivel de servicio vehicular y el flujo peatonal mediante microsimulación utilizando el software PTV VISSIM, aplicando una metodología de enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño no experimental basada en conteos vehiculares y aforos peatonales, y mediante la evaluación de distintos escenarios se concluyó que la implementación de un ciclo semafórico de 95 s/ciclo y la adición de un carril con giro independiente en el jirón Tacna permitirían reducir la congestión vehicular en 20.45% y mejorar el flujo peatonal en 11.04%, demostrando como principal aporte la eficacia de la microsimulación para proponer mejoras operativas que incrementen simultáneamente la eficiencia vehicular y la seguridad peatonal en intersecciones urbanas.

Rodríguez (2020), en su tesis titulada “Análisis del tráfico y propuesta de mejora en la intersección de la Av. Arnaldo Márquez y la calle Nazca en la ciudad de Lima”, tuvo como objetivo evaluar alternativas de mejora para dicha intersección a partir del análisis de los tiempos de viaje y las velocidades de peatones y vehículos, aplicando una metodología que incluyó la revisión de literatura, el uso de modelos de microsimulación vehicular y el procesamiento de datos mediante el software STATKEY. Como resultado, el estudio propuso un rediseño orientado a fortalecer la seguridad vial y la accesibilidad, logrando optimizar la visualización y el funcionamiento integral de la intersección y favorecer el reordenamiento del tránsito vehicular. El aporte de esta investigación a la presente tesis radica en la aplicación de la microsimulación como herramienta de evaluación de escenarios de mejora y en el enfoque integral que considera simultáneamente la movilidad peatonal y vehicular para la optimización del desempeño de intersecciones urbanas.

Apari, J. y Olivas, J. (2024), en su tesis titulada “Análisis y propuesta de mejoramiento de la seguridad vial y reducción de los accidentes de tránsito en la intersección de las avenidas Chimpú Ocllo y Mariano Condorcanqui, Carabayllo, 2024”, tuvieron como propósito identificar las principales deficiencias de seguridad vial en dicha intersección y proponer alternativas técnicas para reducir la accidentalidad, empleando un enfoque mixto, de nivel descriptivo-explicativo y diseño no experimental transversal, mediante observaciones estructuradas, encuestas y el uso de software especializado para evaluar la infraestructura vial, la percepción de los usuarios y la ocurrencia de siniestros; los resultados evidenciaron deficiencias en la infraestructura, señalización y gestión del tránsito como factores

determinantes de la alta accidentalidad, por lo que se propusieron mejoras en la geometría de la intersección, la señalización y la organización del flujo vehicular y peatonal, recomendándose además el desarrollo de estudios posteriores que incorporen herramientas de simulación para evaluar y optimizar las alternativas planteadas, constituyendo su principal aporte el sustento técnico para la formulación de propuestas de mejora en seguridad vial que pueden ser analizadas y validadas mediante métodos de simulación en investigaciones posteriores.

Paucara et al. (2023) en la investigación titulada: UTILIZACIÓN DE LA MICROSIMULACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR EN VÍAS URBANAS, analizaron la congestión vehicular en intersecciones urbanas de la vía PE-1S en Tacna, Perú. La investigación empleó una metodología descriptiva con enfoque cuantitativo y transversal, basada en observación directa y conteos manuales de vehículos, organizados en fichas de tráfico. Estos datos, junto con información sobre la geometría vial y los volúmenes de tránsito, fueron utilizados para calcular el N.S., el flujo de saturación y la relación volumen-capacidad, además de realizar microsimulaciones mediante Synchro Trafficware. Los resultados evidenciaron altos niveles de congestión y propusieron medidas como la ampliación de carriles y giros exclusivos. Aunque el estudio recomendó mejoras para optimizar el nivel de servicio, también señaló la necesidad de aplicar herramientas de simulación más avanzadas y considerar factores adicionales como el comportamiento del conductor, la infraestructura y las condiciones climáticas.

Solórzano, F. (2025), en su informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “Análisis del desplazamiento vehicular en la Av. 28 de Julio, tramo Av. Vasco Núñez de Balboa – Av. Paseo de la República, distrito de Miraflores – Lima”, desarrolló un estudio orientado a analizar el desplazamiento vehicular en la Av. 28 de Julio, identificando congestión en los cruces con las avenidas Vasco Núñez de Balboa, Reducto y Paseo de la República, con el objetivo de mejorar los tiempos de viaje y reducir las longitudes de cola mediante la aplicación de un modelo de microsimulación en PTV Vissim 8.0; la investigación se justificó por la importancia del corredor como principal eje de acceso al distrito de Miraflores y la necesidad de optimizar la movilidad urbana, considerando además la implementación de estacionamientos rotativos como medida complementaria para ordenar el estacionamiento en vía y reducir interferencias en la circulación vehicular. Entre las alternativas evaluadas, la semaforización del cruce con la calle Francisco del Castillo resultó ser la más eficiente, logrando reducciones significativas en los tiempos de viaje y en las colas vehiculares,

concluyéndose que dichas mejoras fortalecen la operatividad del corredor. El aporte de este estudio a la presente investigación radica en la aplicación de la microsimulación con PTV Vissim como herramienta para evaluar alternativas operativas de gestión del tránsito, así como en la integración de medidas complementarias de ordenamiento vial para mejorar el desempeño de corredores urbanos.

1.5.3. A nivel regional:

Cerna, M. (2020). En su tesis “Microanálisis de los desplazamientos peatonales y vehiculares entre la av. Hoyos Rubio y la av. Andrés Zevallos, Cajamarca – 2020”, usó una metodología no experimental, de alcance descriptiva para hacer evaluar los desplazamientos vehiculares y peatonales a través de un análisis del tiempo de viaje, eficiencia vehicular y peatonal por medio del software PTV Vissim 11.0 y por último llegar a algunas conclusiones como optimizar el ciclo semafórico para una mejor distribución y flujo vehicular.

Huatay y Llanos (2022) desarrollaron el proyecto de tesis titulado “Nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio, comprendida entre las intersecciones del cruce del aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021”, cuyo objetivo fue determinar los niveles de serviciabilidad de dicha vía. Para ello, emplearon la metodología establecida en el HCM 2010, realizando previamente el análisis del flujo vehicular mediante aforos, clasificación vehicular, identificación de horas punta y medición de la velocidad de recorrido por tramo, lo que permitió determinar el nivel de servicio a partir de las tablas del manual. Como resultado, se concluyó que los niveles de servicio varían entre B, C y D, identificándose el periodo de mayor demanda entre 7:45 y 8:45 a. m., y determinando que la motocicleta lineal es el tipo de vehículo que mayor congestión genera, representando el 42.7 % del flujo total. El principal aporte de este estudio a la presente investigación fue el sustento metodológico, especialmente en la definición de los métodos de estudio y el diseño de investigación, los cuales sirvieron como referencia para la formulación de la metodología empleada.

Vásquez, V. (2022), en su tesis titulada “Determinación del nivel de servicio y modelamiento con PTV Vissim 21, caso: Jirón Los Sauces – Manuel Seoane entre la Prolongación Tayabamba hasta la Avenida Vía de Evitamiento Norte en Cajamarca”, tuvo como objetivo determinar el nivel de servicio del tramo vial mediante la aplicación del HCM 2010 y la microsimulación con PTV VISSIM 21, bajo un diseño no experimental y enfoque cuantitativo; la metodología incluyó levantamiento topográfico, aforos manuales, control de

ciclos semafóricos y evaluación de las condiciones geométricas, dividiendo la vía en cinco tramos, obteniéndose niveles de servicio D, C, D, E, D, D y D para los tramos analizados, concluyéndose que la alternativa más adecuada es la restricción del estacionamiento vehicular en zonas con menor sección vial o donde las colas superan los límites operativos, especialmente en horas de mayor demanda. El aporte de esta investigación a la presente tesis radica en la integración del HCM con la microsimulación en PTV VISSIM como herramienta para evaluar el desempeño operativo de tramos urbanos y sustentar propuestas de gestión del tránsito orientadas a mejorar el nivel de servicio.

Abanto, K. (2020), en su tesis titulada “Microsimulación de los desplazamientos peatonales y vehiculares utilizando los softwares Vissim 9.0 y Viswalk 9.0 en la plazuela Bolognesi de la ciudad de Cajamarca”, evidenció la existencia de congestión vehicular y peatonal durante las horas punta, asociada a elevados flujos de tránsito y limitaciones de la infraestructura vial. La investigación se desarrolló mediante una metodología basada en trabajo de campo, recopilación de volúmenes vehiculares y peatonales, modelación del tránsito en PTV VISSIM y VISWALK, y validación de resultados a través de la comparación de demoras conforme al HCM 2010. Tras la evaluación de tres alternativas de mejora, se determinó como opción más eficiente mantener la rotonda sin semaforización, implementando desvíos de mototaxis y taxis hacia vías alternas, así como el cambio de sentido en el jirón Juan XXIII. Los resultados evidenciaron una reducción del 51.44 % en las demoras, una disminución del 8 % en el tiempo detenido y un incremento del 57.84 % en la velocidad del sistema, demostrando una mejora sustancial respecto a la situación inicial. El aporte de esta investigación radica en la validación de la microsimulación como herramienta eficaz para evaluar alternativas operativas y geométricas, evidenciando su utilidad para optimizar simultáneamente la movilidad vehicular y peatonal en espacios urbanos de alta demanda, lo cual sirve como referencia directa para el desarrollo de la presente investigación.

Flores, L. (2024), en su tesis titulada “Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro Plus 11.1 en la intersección semaforizada de la Av. San Martín de Porres y Av. Héroe del Cenepa de la ciudad de Cajamarca”, tuvo como objetivo analizar y evaluar la capacidad vehicular y el nivel de servicio de dicha intersección, desarrollando una investigación de enfoque cuantitativo-descriptivo, cuya muestra correspondió a la intersección semaforizada en estudio; para ello, se determinó el volumen horario de máxima demanda (VHMD), obteniéndose un valor de 1314 veh/h, así como un nivel de servicio E, y se realizó el

levantamiento topográfico mediante GPS diferencial para definir las características geométricas, registrándose además una demora promedio de 57.76 s/veh según el método del HCM 2010, identificándose que los mototaxis representan el 30.8 % del flujo vehicular total. El aporte de esta investigación a la presente tesis radica en la aplicación integrada de la metodología del HCM y la simulación computacional para la evaluación del desempeño operacional de intersecciones semaforizadas, así como en la identificación del impacto de la composición vehicular en el nivel de servicio, aspectos relevantes para el análisis y propuesta de mejoras en intersecciones urbanas.

1.5.4. A nivel local:

En la tesis titulada “Análisis de tránsito en el Óvalo Nuevo Horizonte utilizando el software synchro 8.0, Jaén 2023” elaborada por Vega, E. (2024), tuvo como objetivo determinar un nivel de servicio adecuado en el óvalo Nuevo Horizonte, donde se registraban episodios de congestión vehicular. La investigación aplicó la metodología del HCM, realizando conteos vehiculares durante días laborables representativos (lunes, miércoles y viernes) y convirtiendo dichos volúmenes en factores vehículo para homogeneizar la demanda. Con esta información se elaboró un modelo del flujo existente, obteniéndose un nivel de servicio **B**. A partir del diagnóstico, se evaluaron tres alternativas de mejora, entre ellas la optimización semafórica, la reducción del flujo vehicular y la sustitución de vehículos menores por unidades de transporte público. Esta última alternativa permitió alcanzar un nivel de servicio **A**, siendo identificada como la solución más eficiente. El estudio empleó un muestreo no probabilístico basado en juicio y observación directa, lo que facilitó el análisis operativo del óvalo y la propuesta de la alternativa más adecuada para mejorar su desempeño

Facundo (2023), en su tesis titulada “Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular en la Avenida Mariscal Castilla de la ciudad de Jaén, Cajamarca, tuvo como propósito evaluar el nivel de servicio y la capacidad vehicular en la avenida Mariscal Castilla. Su estudio fue de tipo aplicado y con un diseño no experimental, empleando como base metodológica los lineamientos del HCM 2010. Entre sus principales hallazgos, identificó que la capacidad vehicular mínima fue de 892 vehículos por hora en el tramo comprendido entre la calle Huamantanga y la calle Iquitos, mientras que la capacidad máxima alcanzó los 1056 vehículos por hora en el sentido contrario. La relación volumen-capacidad se mantuvo por debajo de 1, y las relaciones de viaje fueron inferiores al 50%, alcanzando un máximo de 49.77%, lo que corresponde a un nivel de servicio D. El autor concluyó que acciones como la sensibilización

de los usuarios, la mejora de la señalización, la implementación de zonas de estacionamiento y la restricción de vehículos menores contribuirían a mejorar el nivel de servicio en la vía.

Otro proyecto de investigación titulado “Flujo vehicular y peatonal en la intersección de las calles Francisco Orellana y Luna Pizarro empleando el software PTV Vissim en la ciudad de Jaén – Cajamarca – 2022”, realizado Díaz, S. & Horna, P. (2022), se efectuó el estudio de las calles alrededores del mercado de abarrotes Roberto Segura, dónde se generaban largas colas de vehículos y con los peatones arriesgando su vida al momento de cruzar las calles, modelaron un diseño con ayuda del manual Highway Capacity Manual (HCM 2010) y del software PTV Vissim, dónde se agregaron semáforos y quitaron algunos giros para ciertos vehículo, a su vez que canalizaron el tránsito de peatones, consiguiendo una mejor transitabilidad tanto peatonal como vehicular, reduciendo el tiempo de viaje para ambos.

Por otro lado, Moron, Y. & Ramos, H. (2023) En su tesis titulada “Análisis vial para mejorar el nivel de servicio en la intersección de la calle Sacsayhuaman y avenida Villanueva Pinillos, mediante el software Synchro 8.0 en la ciudad de Jaén - Cajamarca – 2023”, donde emplearon una metodología de investigación deductiva y no experimental para dar propuestas de solución a dicha intersección. Tomando datos durante 1 hora al día, observaron en un primera instancia un nivel de servicio E con demoras de 59.5 segundos y un volumen de capacidad de 1.23, y mediante la simulación y análisis por el software Synchro, las propuestas que presentaron tales como: una optimización semafórica, propuesta de estacionamientos y restricción de un sentido de vía, lograron reducir a un nivel de servicio C, B y B, siendo la más factible, la segunda propuesta reduciendo el tiempo de demoras a 11.5 segundos y un volumen de capacidad a 0.61.

Correa, J. (2024), en su tesis titulada “Evaluación del nivel de servicio y capacidad vehicular en la avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén” donde empleó una metodología de investigación descriptivo y no experimental, en un tramo entre las calles Marañon y Sanchez Carrión segmentados en 5 tramos, usando la técnica del HCM 2010. Para el cumplimiento de los objetivos se realizaron mediciones y conteos manuales para que luego de los cálculos respectivos como la velocidad de flujo y tiempo de retraso, procedió a realizar el procesamiento de datos determinando así que la capacidad de vehículos estaba en un rango de 436 y 880 veh/h. y que en los tramos 1 y 2 presentan un nivel de servicio E, en cambio el tramo 3 presenta un nivel de servicio menor, D.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del proyecto

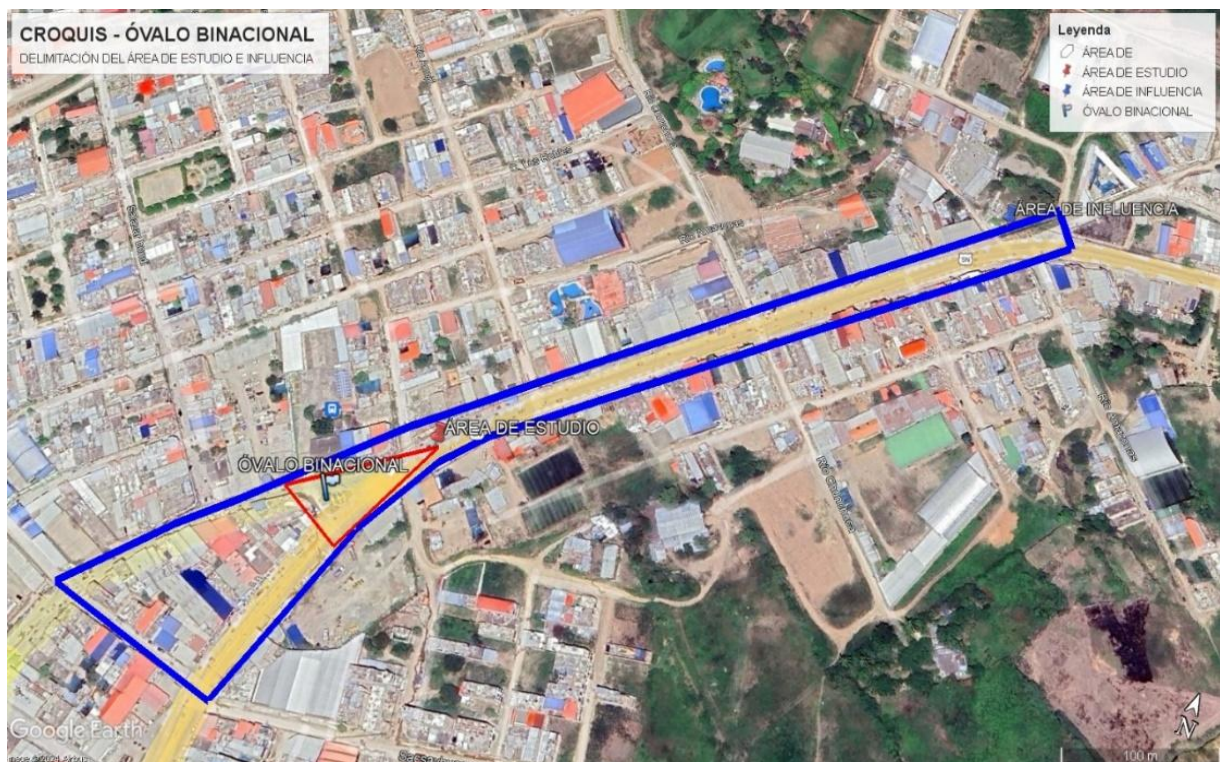
La presente investigación se desarrolló en la intersección de las Av. Pakamuros y Av. Mariscal Castilla en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, teniendo como coordenadas UTM:

Datum WGS-84 Huso: 17 Zona: M
Norte: 9369878.41 Este: 742936.63. Altitud: 729 m.s.n.m.

El sitio fue elegido mediante la observación directa, siendo esta una de las principales entradas a la ciudad, donde se pudo visualizar un tránsito vehicular y peatonal prominente y desorganizada.

Figura 1.

Croquis de la zona de estudio



Nota. El croquis muestra la delimitación de la zona de estudio.

La figura 1 presenta el croquis general de la zona de estudio correspondiente al Óvalo Binacional y su área de influencia directa. En ella se identifican las vías principales, los accesos y las intersecciones que conforman el sistema vial analizado. Esta representación permite

delimitar espacialmente el ámbito en el cual se evaluó el tránsito vehicular y peatonal, constituyendo la base para el levantamiento de datos, la modelación en PTV Vissim.

2.2. Población, Muestra y Muestreo:

Población:

La población está representada por el mismo óvalo Binacional en el distrito de Jaén, ya que, concentra una diversidad significativa de actores sociales y económicos, incluyendo comerciantes, transportistas, y residentes locales, lo que proporciona un entorno rico en interacciones relevantes para el estudio.

Muestra:

Está constituida por los vehículos y peatones que circulan por todas las intersecciones del Óvalo Binacional, comprendidas entre las cuadras 20 y 21 de la Av. Pakamuros, así como entre las cuadras 15 y 18 de la Av. Alfonso Villanueva Pinillos. Esta intersección fue seleccionada debido a que concentra los mayores niveles de congestión vehicular, especialmente durante las horas punta. En consecuencia, se puede establecer que la muestra utilizada corresponde a un muestreo no probabilístico.

Muestreo:

El estudio empleó un muestreo no probabilístico por juicio, seleccionando las horas y días de aforo en función de la experiencia previa del investigador y de la observación preliminar del comportamiento del tránsito, lo cual permitió registrar los periodos con máxima demanda. Los criterios empleados fueron: Escoger días laborables con mayor actividad comercial, seleccionar franjas horarias representativas de horas punta y valle, y priorizar accesos con mayor volumen vehicular y presencia de maniobras conflictivas.

2.3. Variables de estudio

El modelamiento del tránsito vehicular y peatonal

2.4. Tipo y diseño de investigación

2.4.1. Según su finalidad o propósito

Es una investigación aplicada, ya que se apoya en la investigación básica o pura y utiliza la teoría para resolver problemas prácticos concretos. Según Arias (2021), este tipo de investigación se basa en los hallazgos y descubrimientos orientados al cumplimiento de

los objetivos del estudio, siendo comúnmente utilizada en campos como la ingeniería, al permitir explicar o predecir fenómenos de la realidad.

2.4.2. Según diseño de investigación

Se empleó una investigación de tipo no experimental, ya que no se pretende manipular ninguna variable de estudio, se obtuvo la información (datos) de la realidad mediante la observación para su posterior estudio y análisis. Además, es de diseño transeccional o transversal y de tipo descriptiva, porque se llevó a cabo un estudio que recopiló datos en un solo momento, en un tiempo único y se describió la problemática presente en las intersecciones. En este caso en particular se recolectó datos del tránsito vehicular y peatonal en el Óvalo Binacional que está ubicado en la intersección de las avenidas Pakamuros y Mariscal Castilla.

2.4.3. Según su enfoque

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo, ya que esta investigación está dirigida a cuantificar, analizar y posteriormente interpretar la intersección del Óvalo Binacional. Según Fernández & Baptista (2014), El enfoque cuantitativo es aquel que sigue un proceso riguroso para la toma de decisiones y obtener la validez y confiabilidad de resultados.

2.5. Materiales:

Los materiales que se utilizarán son:

- Computadora portátil
- Fotografías y/o grabaciones del área de estudio
- Cinta métrica
- Equipo de protección personal (EPP)
- Trípode
- Estación total
- Software PTV VISSIM v.24
- Software complementario: AutoCAD, Excel, Word, etc.
- Libreta de apuntes

Normas y manuales:

- Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) 2010.
- Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. (MTC-2018)

En este estudio se opta por un método general de carácter aplicativo–evaluativo, dado que se orienta a atender una problemática concreta de movilidad en el Óvalo Binacional de Jaén y a examinar el impacto de diferentes alternativas de solución. De manera complementaria, el método específico corresponde al enfoque cuantitativo, ya que se fundamenta en la obtención y procesamiento de información numérica sobre el tránsito vehicular y peatonal, la cual es simulada y analizada en el software PTV VISSIM v.24 para generar resultados objetivos y comprobables.

2.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Técnicas

En la investigación se utilizó la técnica de la observación directa, la cual, según Hernández, Fernández y Baptista (2006: 316), implica “el registro sistemático, preciso y confiable de comportamientos o conductas evidentes”. En otras palabras, esta técnica de obtención de datos consistió en registrar de manera sistemática, válida y confiable los comportamientos y situaciones observables, empleando un conjunto estructurado de categorías y subcategorías.

2.6.2. Instrumentos:

Para la recolección de datos en la investigación, se utilizaron instrumentos (Ver Anexo E y G), que permitieron obtener información cuantificable sobre el tránsito en el óvalo binacional. Se aplicaron formatos de conteo estructurados, los cuales facilitaron la clasificación tanto de vehículos como de peatones según su tipo y frecuencia de paso en franjas horarias definidas. También se emplearon cronómetros para medir intervalos de tiempo relacionados con el desplazamiento y la espera vehicular. Adicionalmente, se realizaron grabaciones de video mediante cámaras fijas y un dron (ver anexo H), las cuales fueron revisadas posteriormente con base en una guía de observación previamente elaborada, lo que permitió validar y complementar los datos registrados en campo. En conjunto, estos instrumentos aseguraron una captura precisa y ordenada de la información necesaria para el análisis y modelamiento del tránsito mediante el software PTV VISSIM.

2.6.3. Validación y confiabilidad del instrumento de recolección de datos

El instrumento de investigación fue sometido a un proceso de validación a través del juicio de expertos (ver anexo J), quienes evaluaron aspectos clave como su claridad, relevancia, coherencia y capacidad para medir adecuadamente los indicadores establecidos. A partir de sus observaciones, se realizaron los ajustes necesarios con el

objetivo de asegurar la calidad metodológica del instrumento y garantizar que los resultados obtenidos fueran válidos y confiables. Paralelamente, para asegurar la precisión de los equipos utilizados en la recolección de datos, se seleccionaron aquellos que contaban con certificaciones de calibración vigentes, además de someterse a mantenimiento preventivo previo a su uso. Se efectuaron pruebas preliminares en el área de estudio, aplicando procedimientos técnicos estandarizados, como el nivelado adecuado de la estación total y la correcta disposición de las cámaras, con el fin de verificar su funcionamiento. Los datos obtenidos fueron contrastados con registros manuales de respaldo y analizados para identificar posibles valores atípicos, reforzando así la exactitud de las mediciones. Cada etapa del procedimiento fue cuidadosamente documentada para asegurar la trazabilidad y fiabilidad de los resultados.

Para asegurar la confiabilidad de las mediciones manuales, el proceso de aforo se desarrolló bajo procedimientos estandarizados y criterios de registro previamente definidos, garantizando un conteo formal, preciso y continuo durante toda la jornada. Asimismo, el empleo de equipos de videograbación complementó la labor de observación directa, permitiendo revisar cada intervalo de tiempo y asegurando que ningún dato pasara desapercibido. Este enfoque metodológico permitió minimizar errores de omisión y asegurar que la información recopilada reflejara adecuadamente el comportamiento real del tránsito en la zona de estudio.

2.7. Análisis comparativo con otros softwares de simulación de tránsito

De acuerdo con PTV Group (2021), la simulación de tráfico se ha convertido en un componente indispensable dentro de la industria automotriz. Su aplicación resulta clave para el diseño y validación de nuevos sistemas orientados a mejorar la seguridad, la eficiencia y la comunicación entre vehículos. Además, este tipo de herramientas permite optimizar procesos, reduciendo tanto los costos como el tiempo necesarios en el desarrollo de tecnologías automotrices.

PTV Vissim, Synchro y Sidra Intersection son herramientas de análisis del tránsito con enfoques distintos: Vissim destaca en simulaciones detalladas y complejas, aunque con mayor costo y exigencia técnica; Synchro se orienta a la optimización de semáforos y corredores con un uso más sencillo; mientras que Sidra Intersection se enfoca en intersecciones individuales, ofreciendo análisis rápidos y precisos a menor costo.

2.8. Recolección de datos de campo

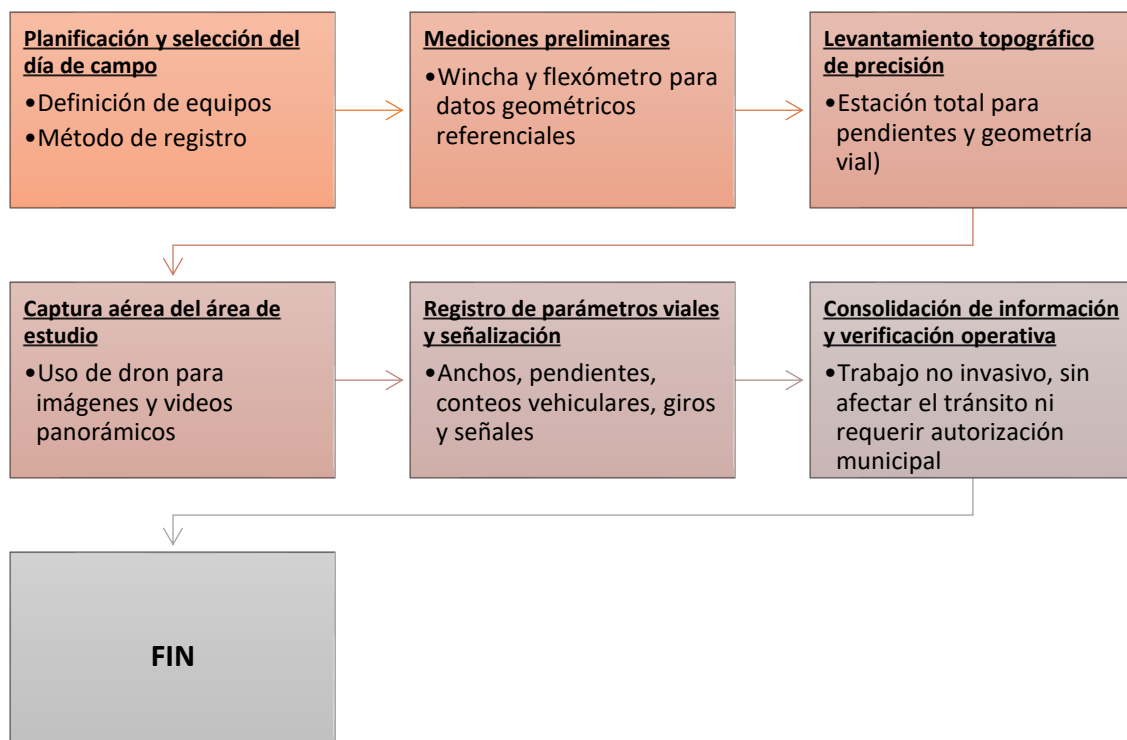
2.8.1. Geometría de la zona de estudio

Se realizaron mediciones preliminares con wincha y flexómetro para obtener datos geométricos referenciales del sistema, las cuales fueron complementadas con un levantamiento topográfico mediante estación total para una determinación precisa de pendientes y geometría. Asimismo, se empleó un dron para la captura de imágenes y videos panorámicos del área de estudio, fortaleciendo el análisis visual y geométrico. Durante el trabajo de campo se registraron los principales parámetros viales, tales como anchos de carril y calzada, veredas, pendientes, conteos vehiculares, señalización existente y giros permitidos.

El levantamiento se ejecutó en un día de baja demanda vehicular y peatonal (domingo), garantizando la seguridad operativa y sin afectar la dinámica del tránsito. Al tratarse de mediciones no invasivas con equipos portátiles de instalación temporal, no fue necesaria la tramitación de autorización municipal.

Figura 2

Proceso metodológico para la recolección de datos en campo



Nota. Elaboración propia

La figura 2 representa el proceso metodológico empleado para la recolección de datos en campo, estructurado en etapas secuenciales que garantizan la obtención de información precisa del área de estudio.

Tabla 1.

Datos referentes a la geometría

DATOS COMPLEMENTARIOS DE LA GEOMETRÍA						
ACCESOS	Nº de carriles	Ancho promedio de carriles	Pendiente (S%)	Carriles Exclusivos	Estacionamientos	Zonificación
VILLANUEVA PINILLOS	2	8.5	-0.8	NO	NO	
PAKAMUROS S-N	2	7.9	-1.51	NO	NO	COMERCIAL
PAKAMUROS N-S	2	7.8	1.51	NO	NO	

Nota. Elaboración propia a partir del levantamiento topográfico realizado en la zona de estudio (2025).

La tabla 1 muestra las características geométricas de los accesos al Óvalo Binacional. Se observa que los tres accesos cuentan con dos carriles y anchos promedio similares, aunque presentan pendientes ligeramente diferentes. Ninguno dispone de carriles exclusivos y en ningún acceso se registran zonas de estacionamientos en calzada, salvo por la zonificación comercial presente, lo cual genera mayor presión sobre la vía.

2.8.2. Estudio de Condiciones de Tránsito

2.8.2.1. Planificación de recopilación de datos

- Semana: Se realizó la recolección de datos de campo durante un periodo de 3 semanas del mes de mayo, que se consideraron trascendentes para esta investigación.
- Días: La investigación se efectuó 3 días a la semana, siendo estos los días lunes, miércoles y viernes, partiendo desde el lunes 19/05, considerando que son inicio y fin de semana. En total se llevaron a cabo 9 días de trabajo.
- Horas: Se realizó el conteo de vehículos en intervalos de aproximadamente 1 hora y 30 minutos. En la mañana, de 6:30 a 8:00 a.m.; en la tarde, de 12:00 m a 1:30 p.m.; y en la noche, de 6:00 a 7:30 p.m., siendo estas las horas en las que hubo mayor concurrencia de vehículos y peatones.

En el contexto de este estudio vial, resultó esencial comprender el estado del tránsito en la intersección, incluyendo aspectos como el recuento de vehículos, la variedad de tipos de vehículos, la cantidad de giros, así como la disponibilidad de estacionamientos, entre otros factores. Para obtener esta información, fue necesario realizar un aforo vehicular y peatonal en la intersección objeto de estudio.

Para garantizar la consistencia y confiabilidad de la información recopilada, se aplicaron procedimientos de control de calidad en gabinete. En primer término, se verificó la correspondencia entre los totales horarios y las sumatorias parciales registradas en intervalos de 15 minutos, con el fin de asegurar la integridad de la base de datos. Posteriormente, se identificaron y depuraron valores atípicos por lo que este procedimiento permitió identificar registros que se apartaban del patrón operativo real del tránsito y cuya incorporación no habría tenido incidencia significativa en la construcción ni en el desempeño del modelo, por lo que no aportaban información útil al resultado final. Estos procedimientos aseguraron que los datos empleados en la etapa de simulación presentaran niveles adecuados de precisión y consistencia para el análisis operativo.

Tabla 2.

Tabla de planificación del conteo vehicular

SEMANAS	DÍAS								
	LUNES			MIÉRCOLES			VIERNES		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N
1 (19/05/2025 - 25/05/2025)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2 (26/05/2025 - 01/06/2025)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3 (02/06/2025 - 08/06/2025)		X	X	X				X	X
4 (09/06/2025 - 15/06/2025)	X				X	X			
5 (09/06/2025 - 15/06/2025)							X		

Nota: En determinados horarios no se efectuó el registro por no haberse autorizado el ingreso a los establecimientos, debido a la ausencia de los propietarios.

La tabla 2 detalla los días específicos en los que se realizó el aforo vehicular en los accesos evaluados. Se aprecia que el registro se llevó a cabo en fechas alternadas dentro del periodo establecido, lo cual permite capturar variaciones del flujo

2.8.2.2. Aforo vehicular

Se realizó el aforo vehicular con el fin de analizar el comportamiento del flujo de tránsito en la intersección estudiada, identificando las horas pico y los movimientos vehiculares predominantes. El conteo se efectuó en intervalos de 15 minutos durante 1.5 horas en la mañana, tarde y noche, permitiendo determinar el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD), el cual se presentó entre las 12:30 y 1:30 p.m.; adicionalmente, se identificaron picos secundarios entre las 7:00 y 8:00 a.m. y entre las 6:30 y 7:30 p.m. La recolección de datos se realizó mediante grabación en alta resolución con teléfono celular, instalado en un punto elevado con vista panorámica de la intersección, durante 9 días de observación y un total de 40 horas y 30 minutos de registro efectivo. La información obtenida fue procesada y sistematizada para su incorporación en la simulación vial, analizándose la variación diaria del tránsito a partir de la comparación de días laborables representativos (lunes, miércoles y viernes), lo que permitió verificar la consistencia de los flujos y confirmar la hora pico identificada.

Tabla 3.

Total de vehículos por día

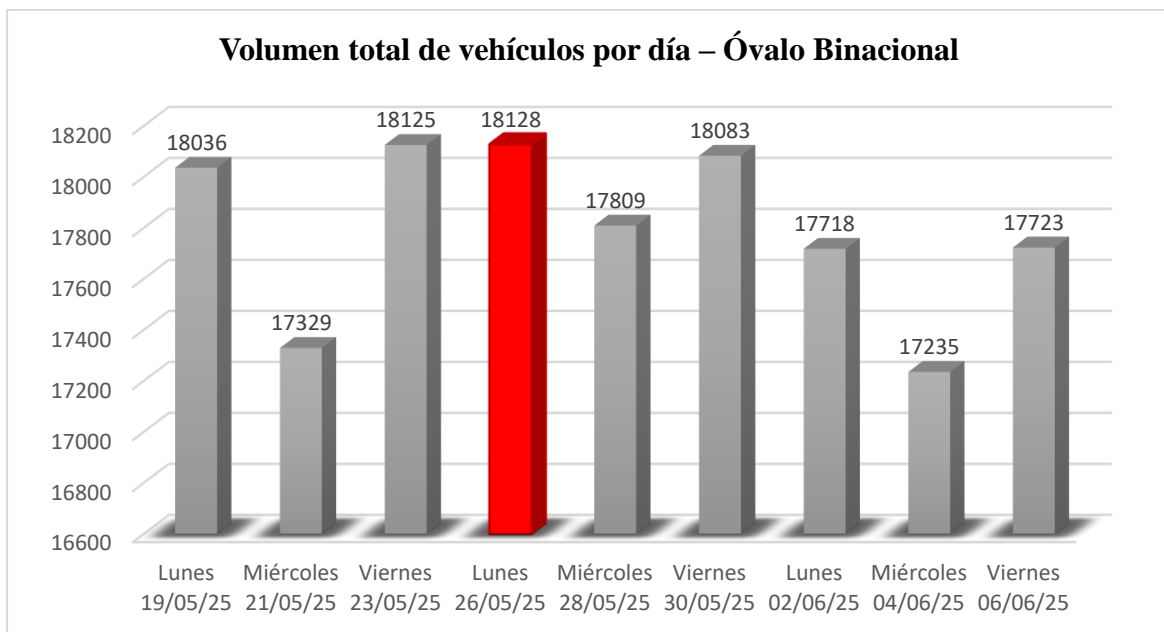
DÍA	SENTIDOS			TOTAL
	PAKAMUROS	PAKAMUROS	VILLANUEVA PINILLOS	
	S-N	N-S	S-N	
Lunes 19/05/25	5431	9229	3376	18036
Miércoles 21/05/25	5406	8555	3368	17329
Viernes 23/05/25	5410	9122	3593	18125
Lunes 26/05/25	5429	9175	3524	18128
Miércoles 28/05/25	5386	8987	3436	17809
Viernes 30/05/25	5325	9182	3576	18083
Lunes 02/06/25	5417	8861	3440	17718
Miércoles 04/06/25	4921	8840	3474	17235
Viernes 06/06/25	5259	8944	3520	17723

Nota: En concordancia con la planificación, algunos días no se realizó el conteo debido a factores exógenos. No obstante, en la presente tabla se consideró un registro ininterrumpido que cumple con los nueve días estipulados.

La tabla 3 presenta el total de vehículos registrados por día en los tres accesos evaluados. Se observa que los flujos más altos corresponden al sentido Pakamuros N–S, superando los 9,000 vehículos diarios durante varios días del aforo. El día de mayor demanda general fue el lunes 26/05/25, con un total de 18,128 vehículos, mientras que el menor volumen se registró el miércoles 21/05/25. Esta variabilidad diaria permite identificar patrones de movilidad y seleccionar adecuadamente los periodos representativos para la simulación.

Figura 3.

Distribución diaria del flujo vehicular en el Óvalo Binacional



Nota: Se puede observar que el día más crítico fue el lunes 26 de mayo, registrando el mayor volumen vehicular total durante el periodo de aforo.

La figura 3 presenta la distribución diaria del volumen total de vehículos registrados en el Óvalo Binacional durante el periodo de aforo. Se aprecia una variación significativa entre los días evaluados, destacando que el lunes 26 de mayo concentra el mayor flujo vehicular, convirtiéndose en el día más crítico en términos de demanda. Este comportamiento evidencia la existencia de picos semanales que influyen directamente en la congestión del óvalo.

Tabla 4.

Resumen de aforo vehicular en el día de máxima demanda en hora pico (lunes 26 de mayo de 2025)

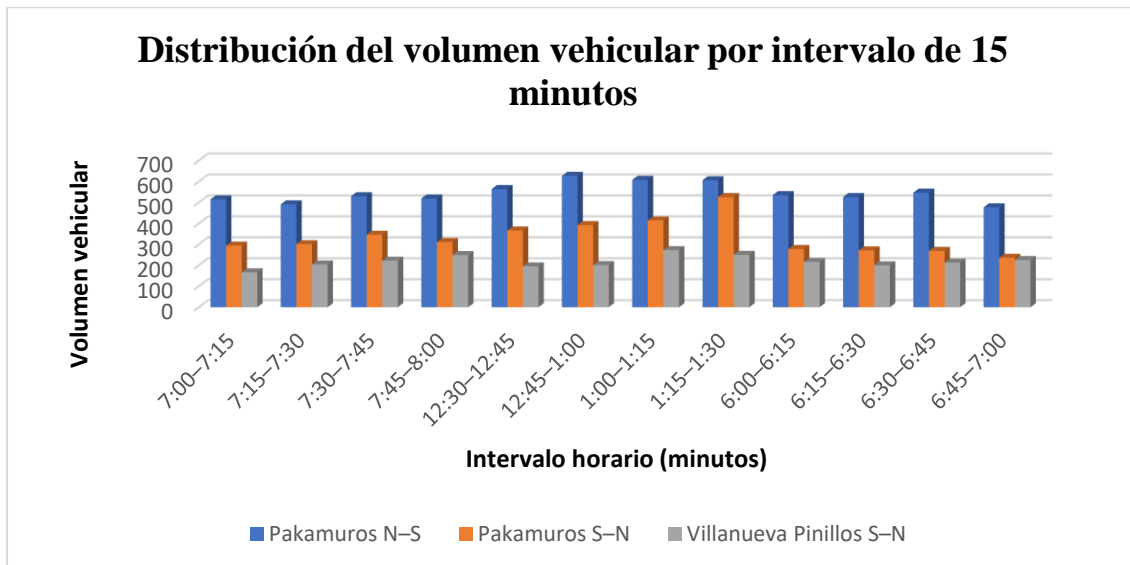
Periodo	Hora	Calle			Total (veh/15 min)
		Av. Pakamueros		Villanueva Pinillos S-	
		N-S	S-N	N	
Mañana	7:00-7:15	515	294	166	975
	7:15-7:30	491	301	204	996
	07:30-7:45	530	346	222	1098
	7:45-8:00	519	311	249	1079
Tarde	12:30-12:45	564	366	195	1125
	12:45-1:00	627	392	201	1220
	1:00-1:15	608	414	272	1294
	1:15-1:30	606	526	250	1382
Noche	6:00-6:15	535	278	216	1029
	6:15-6:30	526	271	200	997
	6:30-6:45	547	269	213	1029
	6:45-7:00	477	236	225	938
Totales HP	Mañana	2055	1252	841	4148
	Tarde	2405	1698	918	5021
	Noche	2085	1054	854	3993

Nota: Elaboración propia

La tabla 4 muestra que el lunes 26 de mayo de 2025 se registró la mayor demanda vehicular, destacando que el horario pico más crítico corresponde a la tarde, con 5021 vehículos. La mañana presenta un flujo de 4148 vehículos y la noche 3993, evidenciando que la mayor congestión se concentra en la franja vespertina, seguida por la mañana. Estas variaciones permiten identificar con claridad los periodos de mayor carga para el modelamiento del tránsito.

Figura 4.

Distribución del volumen vehicular – Día crítico (26 de mayo)

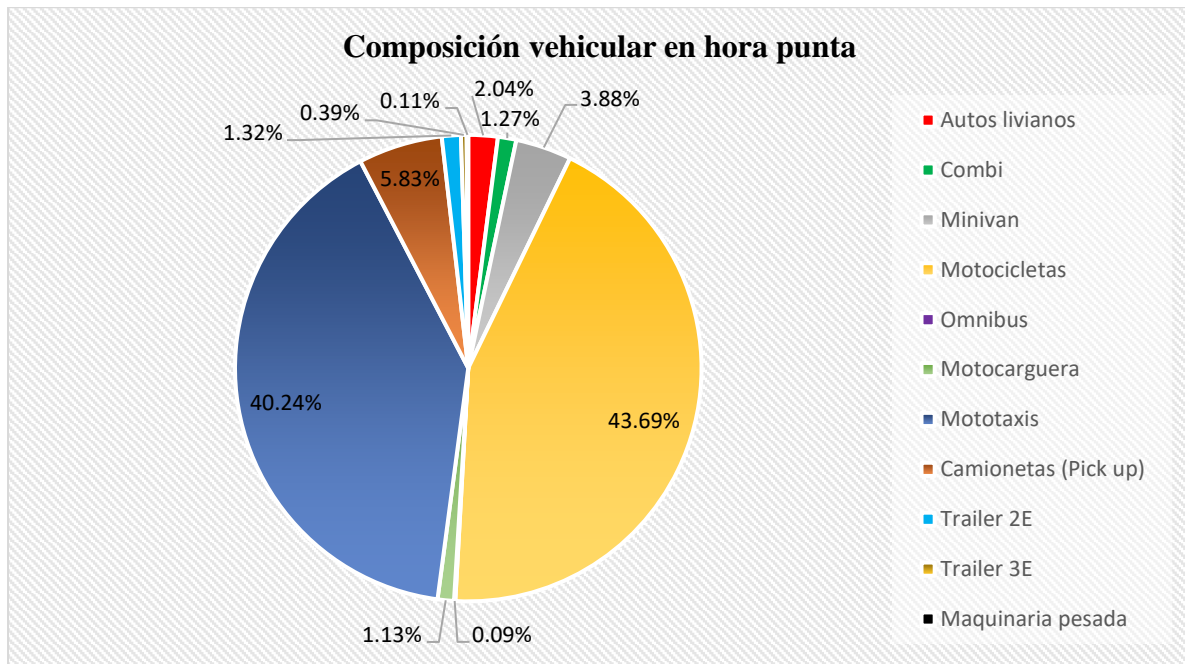


Nota: Elaboración propia.

La figura 4 muestra la distribución del volumen vehicular registrado en intervalos de 15 minutos durante el día crítico identificado, correspondiente al 26 de mayo. Se observa una marcada fluctuación en la demanda a lo largo del día. Este comportamiento evidencia la dinámica real del tránsito en el Óvalo Binacional, permitiendo identificar los momentos de mayor presión sobre la infraestructura vial.

Figura 5.

Composición vehicular durante la hora punta en el óvalo Binacional

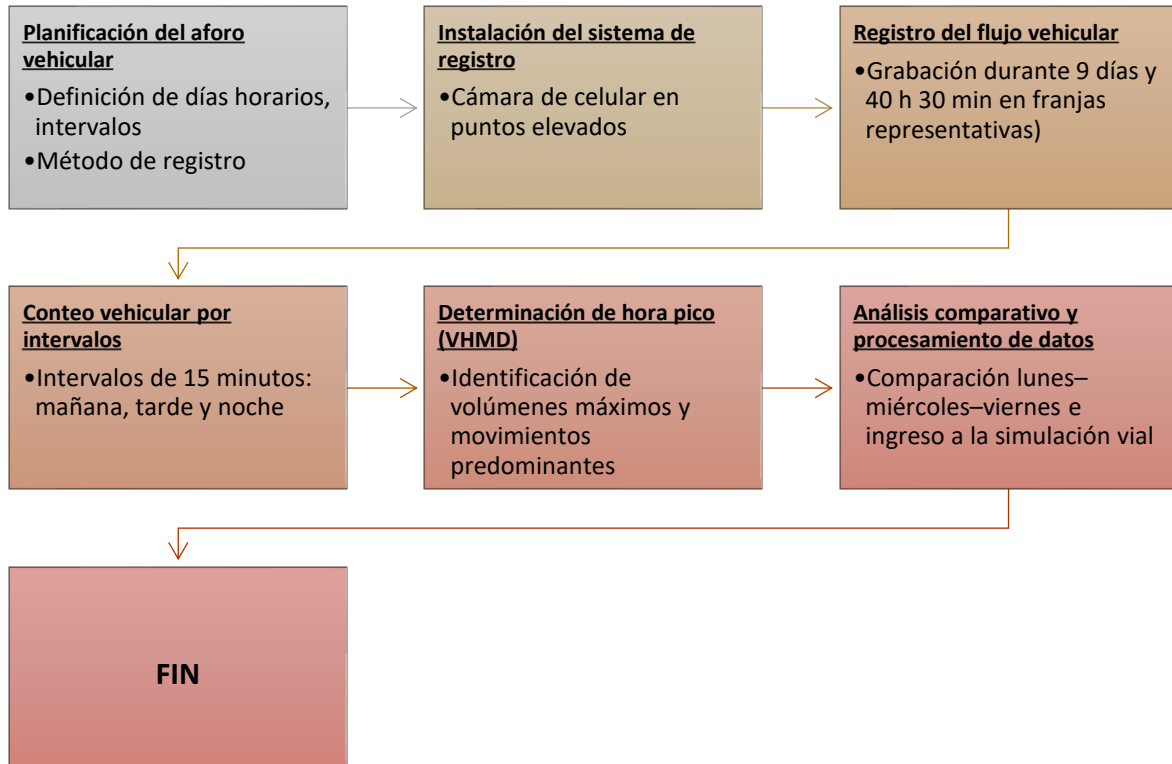


Nota: Elaboración propia

La figura 5 muestra la composición vehicular registrada durante la hora punta en el Óvalo Binacional. Se evidencia una clara predominancia de motocicletas y mototaxis, seguidas por automóviles, minivans y otros vehículos ligeros y pesados en menor proporción. Este comportamiento refleja un patrón de movilidad característico de la zona, donde los vehículos menores generan una dinámica de circulación más dispersa e impredecible.

Figura 6.

Flujograma del proceso de aforo vehicular y procesamiento de datos



Nota: Elaboración propia

La figura 6 describe el flujograma del proceso de aforo vehicular y el tratamiento de los datos obtenidos, presentando de manera secuencial las etapas seguidas para registrar, organizar y analizar el flujo vehicular en el área de estudio.

2.8.2.3. Aforo peatonal

Para realizar el aforo peatonal se recopilaron datos detallados que permitieron caracterizar el flujo de peatones en la intersección estudiada. Se contabilizó el número de peatones que cruzaron por cada uno de los accesos, diferenciando la dirección de desplazamiento y registrando los cruces efectuados entre los lados opuestos de ambas vías.

La grabación se llevó a cabo mediante un teléfono celular desde un punto elevado, ubicado en el cuarto piso del hotel adyacente, obteniendo así una visualización completa de los cruces peatonales y zonas de espera. La información obtenida se organizó en la siguiente tabla

resumen, la cual presenta tanto los volúmenes peatonales registrados en los accesos como los cruces efectuados entre los sentidos de cada vía. Estos resultados evidencian que el flujo peatonal no representa un factor significativo en la dinámica del óvalo, predominando la interacción vehicular sobre la peatonal.

Tabla 5.

Conteo peatonal total en hora punta (12:00–13:00)

Tipo de flujo	Ubicación / Punto observado	Dirección	Cantidad de peatones (12:00–13:00)	Observaciones
Desplazamiento longitudinal	Av. Pakamuros (lado derecho)	S → N y N → S	4 y 9	Predomina presencia estacionaria en comercios
	Av. Pakamuros (lado izquierdo)	S → N	16	Predomina presencia estacionaria en comercios
	Av. Villanueva Pinillos (lado derecho)	S → N	14	Desplazamientos esporádicos hacia zona comercial.
	Av. Villanueva Pinillos (lado izquierdo)	S → N y N → S	23 y 20	Predomina presencia estacionaria en terminal
Cruces transversales	Av. Pakamuros	Derecha → Izquierda	2	Cruces ocasionales y sin señalización peatonal.
	Av. Pakamuros	Izquierda → Derecha	1	Flujo peatonal reducido; cruces esporádicos
	Av. Villanueva Pinillos	Izquierda → Derecha	7	Flujo peatonal reducido; cruces esporádicos
	Av. Villanueva Pinillos	Derecha → Izquierda	4	Cruces ocasionales y sin señalización peatonal.
Total, general	—	—	86	—

Nota: Elaboración propia

La tabla 5 evidencia que durante la hora punta del mediodía (12:00–13:00) se registró un total de 86 peatones, predominando los desplazamientos longitudinales, especialmente en la Av. Pakamuros y la Av. Villanueva Pinillos, donde la presencia de comercios y el terminal generan mayor actividad peatonal. En contraste, los cruces transversales presentan menor flujo y ocurren de forma esporádica, algunos incluso sin señalización adecuada.

2.8.2.4. Estudio de la velocidad de aproximación

Para la determinación de la velocidad de aproximación de los vehículos en la intersección en estudio, se realizaron mediciones en las tres vías de acceso a la rotonda, considerando una distancia promedio de 80 metros por cada aproximación. Esta distancia fue seleccionada en zonas donde el flujo vehicular se mantenía fluido y sin interrupciones, con el fin de obtener valores de velocidad representativos y confiables.

La toma de datos se efectuó de manera manual, utilizando un cronómetro para registrar el tiempo que cada vehículo tardaba en recorrer el tramo medido. Posteriormente, se calcularon las velocidades individuales aplicando la relación entre distancia y tiempo, expresadas en kilómetros por hora (km/h). Las observaciones se realizaron en el horario comprendido entre las 11:00 a.m. y las 5:00 p.m., periodo en el cual se evaluaron 20 vehículos por cada tipo, abarcando las categorías más comunes: automóviles, pick-ups, mototaxis, motocicletas, minivanos y combis.

Los datos obtenidos fueron registrados y procesados en Microsoft Excel, donde se realizaron los cálculos estadísticos correspondientes para determinar las velocidades promedio de aproximación por tipo de vehículo y acceso.

Tabla 6.

Resumen de la velocidad promedio de aproximación

RESUMEN DE VELOCIDAD DE APROXIMACION		
CALLE	ACCESO	VEL. APRX (km/h)
AV. PAKAMUROS	NORTE	26.1
	SUR	37.39
AV. VILLANUEVA PINILLOS	SUR	18.56

Nota. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos durante el trabajo de campo (2025).

Los resultados de la tabla 6 muestran diferencias claras en las velocidades de aproximación según el acceso. En la Av. Pakamuros, el acceso Sur presenta la mayor velocidad promedio (37.39 km/h), mientras que el acceso Norte registra un valor menor (26.1 km/h). En la Av. Villanueva Pinillos, el acceso Sur alcanza la velocidad más baja del análisis (18.56 km/h), lo que sugiere mayores restricciones o congestión en dicho tramo.

2.9. Procedimiento para la obtención de la licencia académica del software PTV

VISSIM

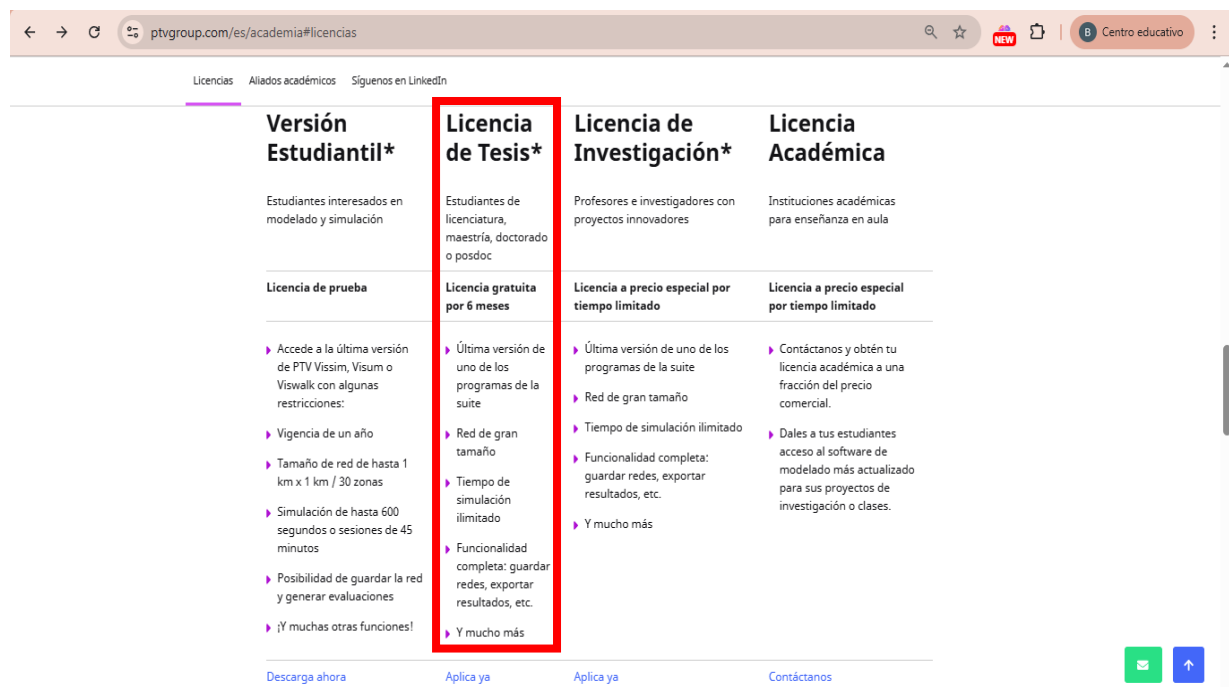
Para la simulación y modelamiento del tránsito vehicular y peatonal se empleó el software PTV VISSIM, herramienta especializada en la representación microscópica del flujo de tráfico. Con el propósito de garantizar el uso legítimo del programa y cumplir con las políticas de propiedad intelectual, se gestionó la licencia académica individual para tesis, otorgada por PTV Group.

1. Solicitud formal al portal académico de PTV Group.

Se accedió a la página web oficial de PTV Group (<https://www.ptvgroup.com>) y se ingresó al apartado Academic License Request destinado a estudiantes y proyectos de investigación, y se completó el formulario de solicitud correspondiente a licencias académicas destinadas a proyectos de investigación o tesis.

Figura 7.

Interfaz de la página web oficial de PTV Group – Apartado de Licencia para Tesis



Nota. Captura de pantalla obtenida de la página web oficial de PTV Group (2025).

La figura 7 muestra la interfaz del apartado oficial de licencias académicas de la página web de PTV Group, utilizada para gestionar el acceso al software PTV Vissim con fines de investigación. La inclusión de esta captura evidencia el proceso formal seguido para obtener

una licencia válida y legal del software, garantizando así la transparencia, legitimidad y trazabilidad del uso de la herramienta en el desarrollo de la presente investigación.

Presentación de documentación de respaldo.

Llegó un correo a la bandeja de entrada donde pidieron algunos requisitos para completar el registro de la solicitud. Esos requisitos fueron los siguientes: Comprobante de inscripción/registro de tesis y una copia del anteproyecto, ambos documentos fueron validados por autoridades de la Universidad Nacional de Jaén y reenviados al mismo emisor del correo para su validación.

Figura 8.

Correo reemitido con los archivos solicitados adjuntos



Nota. Captura de pantalla del correo reemitido con los archivos solicitados para la licencia académica (2025).

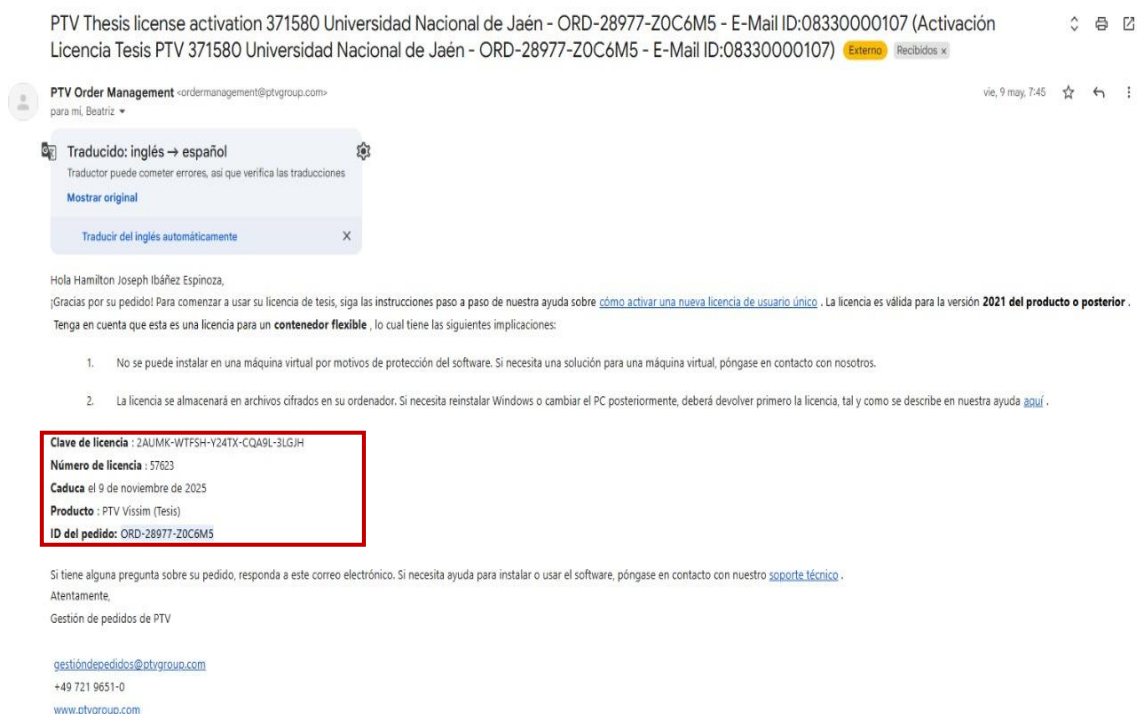
La figura 8 muestra el correo reemitido en el cual se adjuntan los archivos solicitados para la validación y activación de la licencia académica de PTV Vissim. En el mensaje se evidencia el cumplimiento del procedimiento requerido por PTV Group, lo que confirma que la obtención del software se realizó de manera formal y autorizada.

2. Recepción de la licencia y credenciales de acceso.

Una vez aprobada la solicitud, se envió al correo institucional del tesista un enlace de descarga del instalador junto con un código de activación individual (*license key*), habilitado para el uso temporal del software durante el periodo de desarrollo de la tesis.

Figura 9.

Correo del equipo PTV Group con los elementos de la licencia para activación en el software PTV Vissim.



Nota. Captura de pantalla del correo enviado por el equipo de PTV Group con los elementos de activación de la licencia para PTV Vissim (2024).

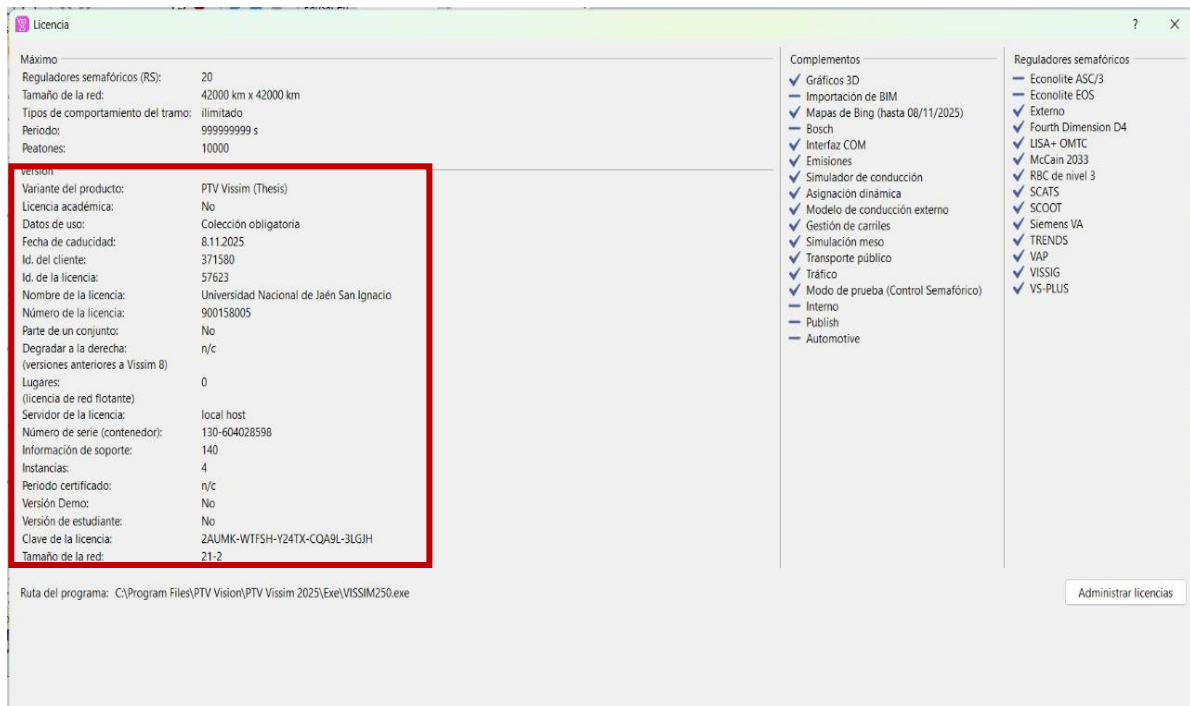
La figura 9 presenta el correo enviado por el equipo de PTV Group, en el cual se remitieron los elementos necesarios para la activación de la licencia académica en el software PTV Vissim, tales como los códigos, archivos y enlaces correspondientes. La recepción de estos componentes garantiza la correcta instalación y funcionamiento del software, asegurando así la validez técnica y formal del proceso de modelación realizado en la presente investigación.

3. Instalación y activación del software.

Finalmente, se procedió a la instalación del software PTV Vissim en la PC personal, ingresando la licencia proporcionada en el módulo License Management del software, quedando habilitada la versión completa del programa bajo la modalidad académica individual para tesis.

Figura 10.

Licencia para tesis activada en el software PTV Vissim



Nota. Captura de pantalla de la licencia para tesis activada en el software PTV Vissim v24 (2025).

La figura 10 muestra la licencia académica activada correctamente dentro del software PTV Vissim, indicando que el programa reconoce y valida el acceso otorgado por PTV Group para fines de investigación. La visualización del estado de la licencia confirma que el proceso de instalación y activación se realizó de manera adecuada y conforme a los requisitos oficiales. Este respaldo garantiza que todas las simulaciones, análisis y modelaciones desarrolladas en el estudio se ejecutaron con una versión autorizada del software, asegurando la confiabilidad y formalidad del trabajo realizado.

2.10. Creación de la simulación

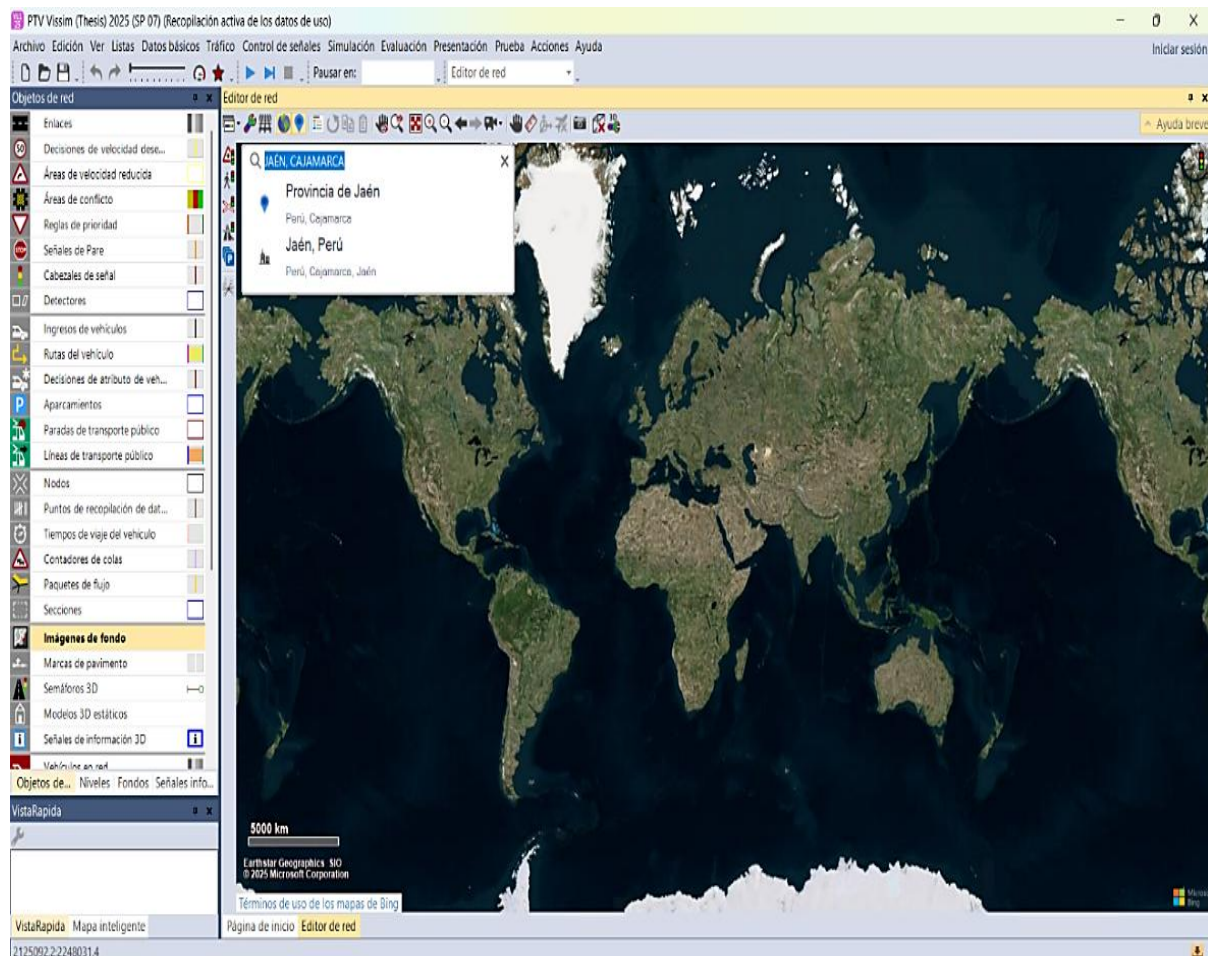
2.10.1. Simulación de la situación actual

2.10.1.1. Imagen de fondo (Background)

En esta etapa se delimitó el área de estudio y se ubicó geográficamente el proyecto. La investigación se desarrolló en la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, Perú. Para representar la situación actual, se utilizó un mapa de fondo (*background map*) dentro del software PTV Vissim, el cual permitió reproducir con precisión la red vial, intersecciones y flujos de tráfico, sirviendo como base para el modelamiento.

Figura 11.

Fondo de Modelo en Vissim v.24



Nota. Captura de pantalla del fondo de modelo configurado en el software PTV Vissim v24

La figura 11 muestra la configuración del fondo de modelo en PTV Vissim v.24, donde se ha incorporado la vista satelital global previa a la selección del área específica de trabajo. En la interfaz se observa la herramienta de geolocalización que permite ubicar la Provincia de Jaén, punto de partida para ajustar el fondo al entorno real del Óvalo Binacional.

2.10.1.2. Links y conectores

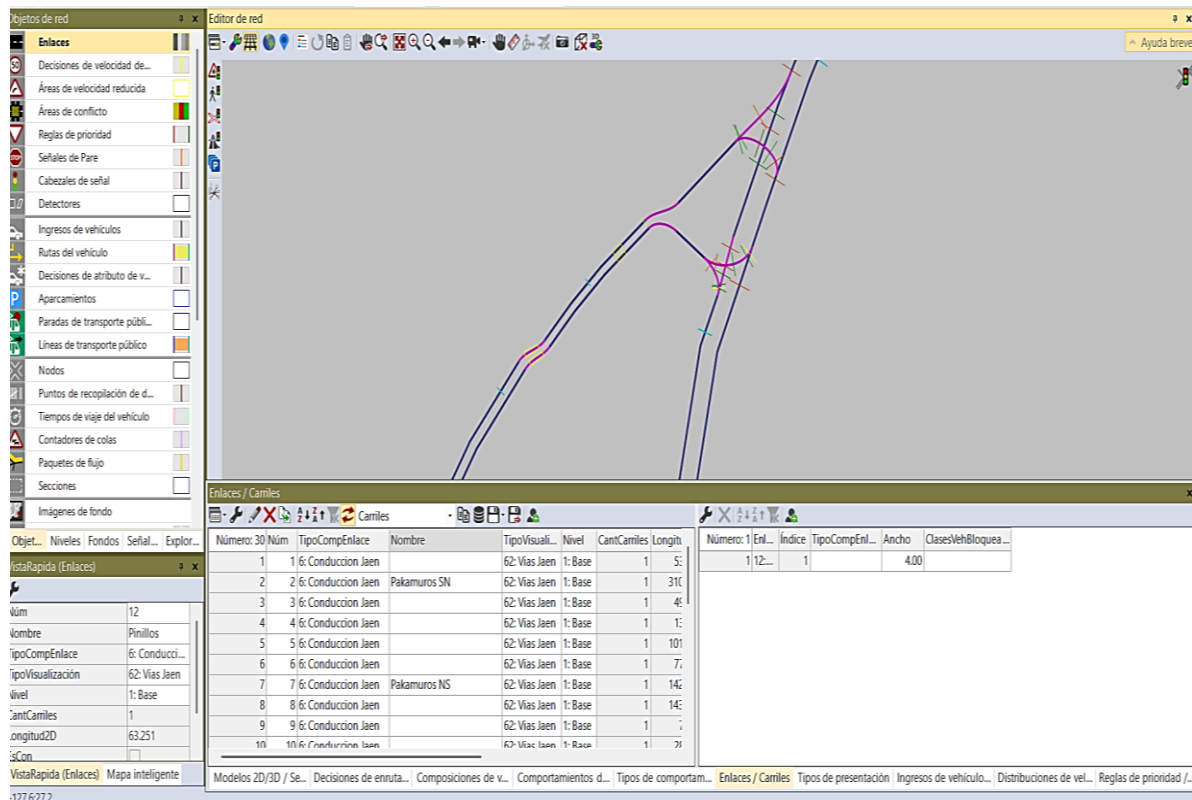
En esta etapa se construyó la red vial digital en el entorno de PTV VISSIM, utilizando el mapa de fondo georreferenciado como referencia. Los links representaron los tramos de las vías principales, mientras que los conectores permitieron enlazar dichos tramos y definir los giros correspondientes dentro del área de estudio.

El modelamiento se centró en el óvalo “Binacional”, incorporando las vías Pakamuros (N-S y S-N) y Villanueva Pinillos (N-S y S-N), así como los conectores que representan los

movimientos de giro y la continuidad de los flujos vehiculares y peatonales. Se configuraron las características geométricas de cada vía, tales como el número de carriles, sentidos de circulación y radios de giro, con el objetivo de reproducir fielmente las condiciones reales observadas en campo.

Figura 12.

Construcción de la red del escenario actual en el software PTV vissim



Nota. Captura de pantalla del proceso de construcción de la red del escenario actual en el software PTV Vissim v24.

La figura 12 muestra la construcción de la red vial del escenario actual dentro del software PTV Vissim, donde se definen los tramos de vía y las conexiones que representan la geometría real del Óvalo Binacional. Esta representación constituye la base estructural del modelo, asegurando que las simulaciones posteriores reflejen fielmente el comportamiento operativo del tránsito en el escenario actual.

2.10.1.3. Composición vehicular

En el caso del tránsito vehicular, se empleó la herramienta “Vehicle Compositions” del software PTV Vissim para definir las clases de vehículos, sus velocidades y los volúmenes correspondientes a cada acceso de la intersección. En el modelo se establecieron composiciones

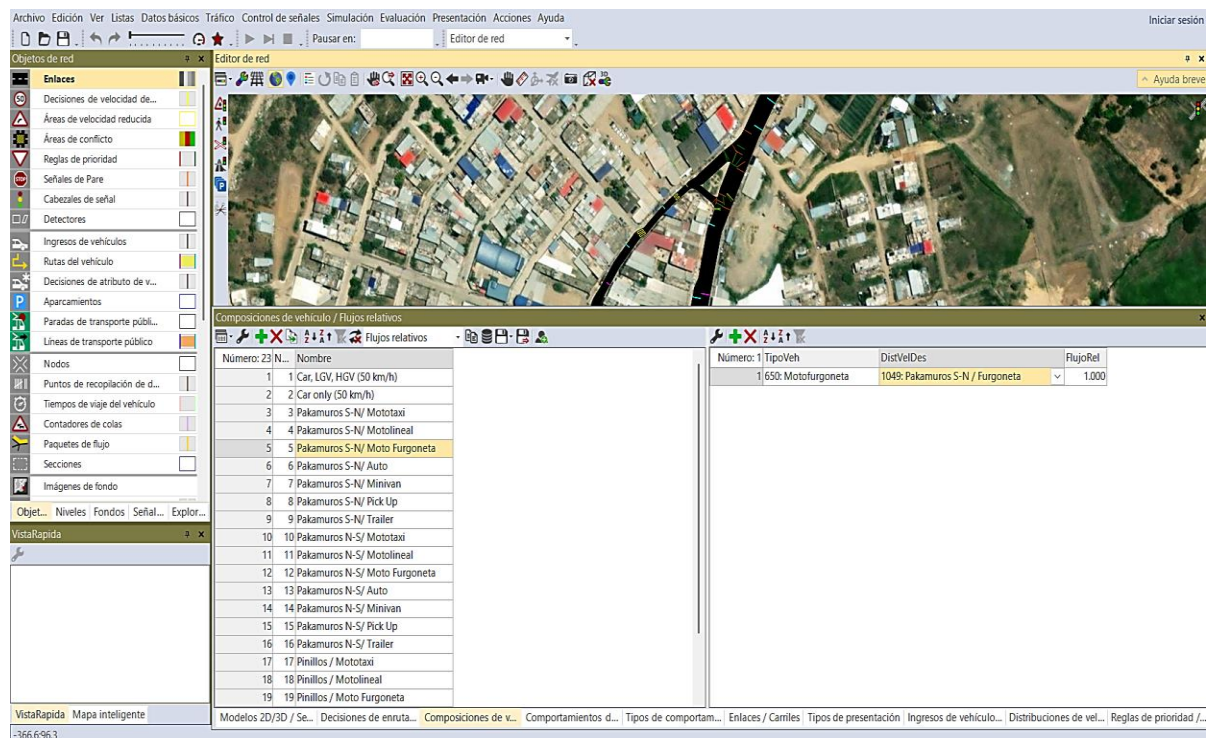
vehiculares diferenciadas según el tipo de vehículo, la vía y el sentido de circulación, tomando como base la información obtenida durante el aforo de campo.

Cada composición se asignó a los accesos principales del óvalo Binacional, correspondientes a la avenida Pakamuros y la calle Villanueva Pinillos. Se consideraron distintos tipos de unidades como: automóviles, motocicletas, mototaxis, minivanes, pick up y tráilers, otorgando a cada una su proporción relativa, velocidad deseada y modelo de comportamiento de conducción.

Esta configuración permitió representar de forma más realista la diversidad del flujo vehicular, garantizando que la simulación reproduzca fielmente las condiciones observadas en el área de estudio.

Figura 13.

Composición de vehículos



Nota. Elaboración propia

La figura 13 presenta la composición de vehículos incorporada en el modelo del escenario actual, mostrando los diferentes tipos de unidades que circulan en el Óvalo Binacional. La correcta definición de esta composición asegura que el modelo refleje

adecuadamente la participación predominante de ciertos vehículos como motocicletas, mototaxis y autos, y su influencia en las condiciones operativas del flujo vehicular

2.10.1.4. Configuración de modelos de conducción vehicular

En PTV Vissim se configuraron los modelos de conducción para representar de forma realista el comportamiento de los vehículos. Se añadieron modelos específicos para mototaxi y tráiler, basados en el Wiedemann 74. El mototaxi se configuró con una conducción más ágil y variable dentro del carril, mientras que el tráiler presentó un comportamiento más estable y limitado en maniobra.

Figura 14.

Modelos de conducción vehicular

Número	10	Núm	Nombre	CantObjInterac	DistParadaEsfija	DistParada	TipoModSeg/Automóvil	W74bxAdd	W74bxMult	ReglaCambioCami	PosLatDes	AdelIzqPredet	AdelDerPredet	Condi
1	1	Urban (motorized)	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Selección de carril libre	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	2	Right-side rule (motorized)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Regla de carril lento	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	3	freeway (free lane selection)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Selección de carril libre	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	4	Footpath (no interaction)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Sin interacción	2.00	3.00	Selección de carril libre	Cualquiera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	5	Cycle-Track (free overtaking)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Selección de carril libre	Derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	6	ACC free lane selection	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Selección de carril libre	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	7	ACC right-side rule	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Regla de carril lento	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	8	ACC right-side rule (automatic)	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Regla de carril lento	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	9	Mototaxi	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	1.00	1.00	Selección de carril libre	Cualquiera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	10	Trailer	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Selección de carril libre	Mitad del carril	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Nota. Configuración de los modelos de conducción vehicular empleados en el entorno de simulación en PTV Vissim v24

La figura 14 muestra la configuración de los modelos de conducción vehicular utilizados en el software PTV Vissim para el escenario actual. La selección adecuada de estos parámetros es fundamental para que la simulación reproduzca de manera realista la interacción

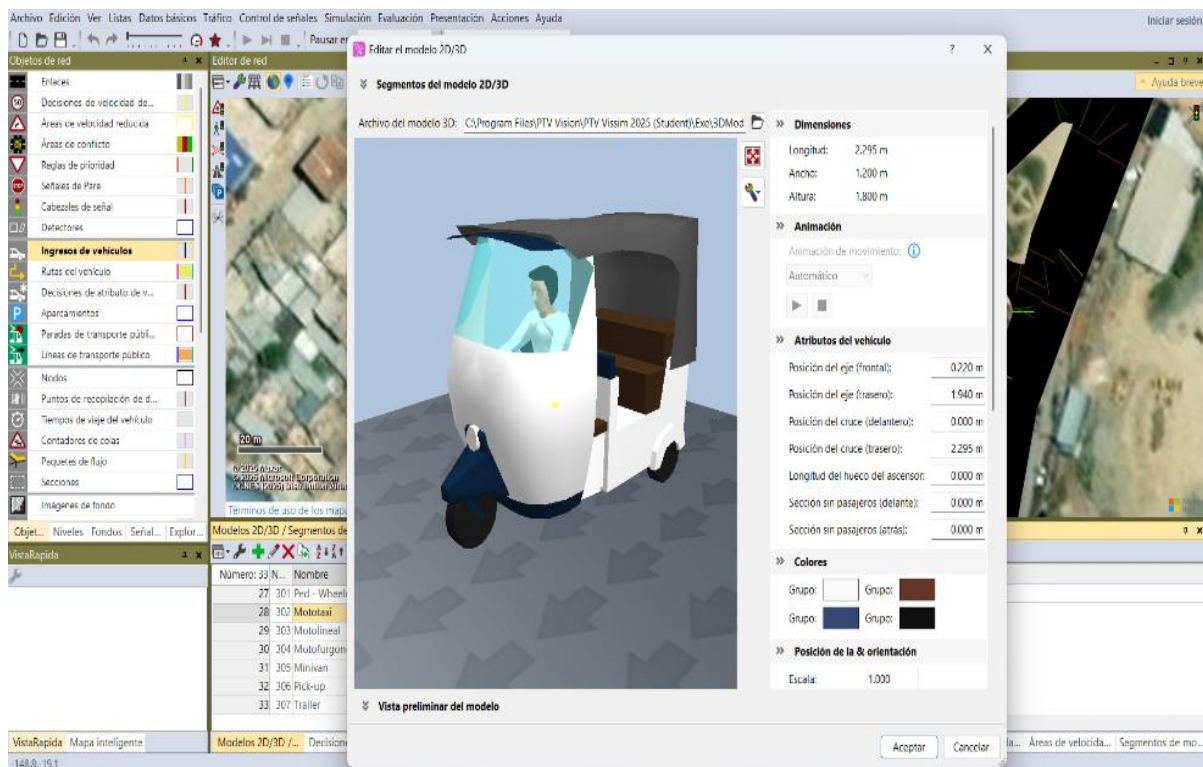
entre los distintos tipos de unidades que circulan en el Óvalo Binacional. De esta manera, se garantiza que el modelo refleje con precisión las condiciones operativas observadas en campo.

2.10.1.5. Configuración de vehículos especiales

Debido a que PTV Vissim solo incluye vehículos convencionales como autos, buses y camiones, fue necesario añadir vehículos especiales que representaran con mayor precisión la realidad del tránsito en la zona de estudio. Por ello, se incorporaron mototaxis, motocicletas, furgonetas y camionetas, ya que son los medios de transporte más comunes en la ciudad de Jaén. Esta adaptación permitió que la simulación reflejara de forma más fiel el comportamiento vehicular local.

Figura 15.

Configuración de vehículos especiales - Mototaxi

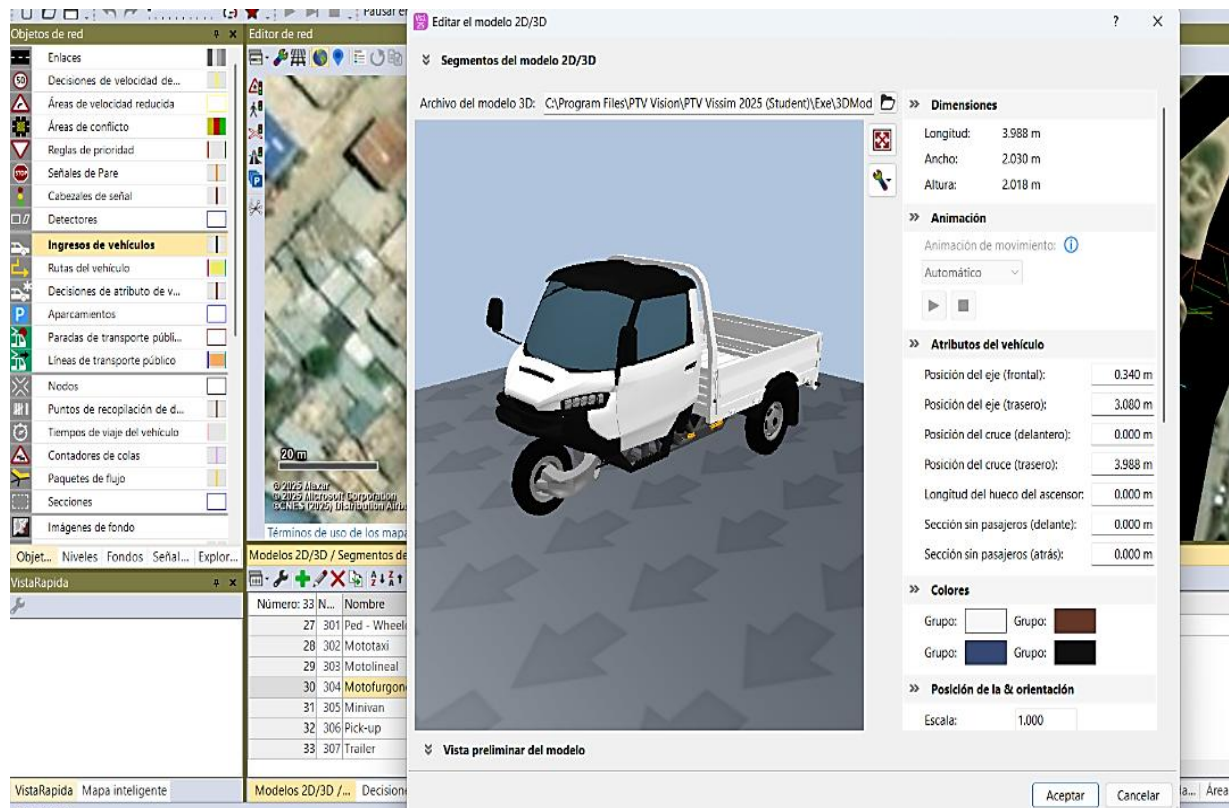


Nota. Configuración del vehículo especial tipo mototaxi empleada en el modelo de simulación en PTV Vissim v24

La figura 15 muestra la configuración específica asignada a los vehículos especiales del tipo mototaxi dentro del software PTV Vissim.. Esta configuración es esencial, ya que las mototaxis representan una proporción significativa del flujo vehicular en el Óvalo Binacional.

Figura 16.

Configuración de vehículos especiales - Moto carguera

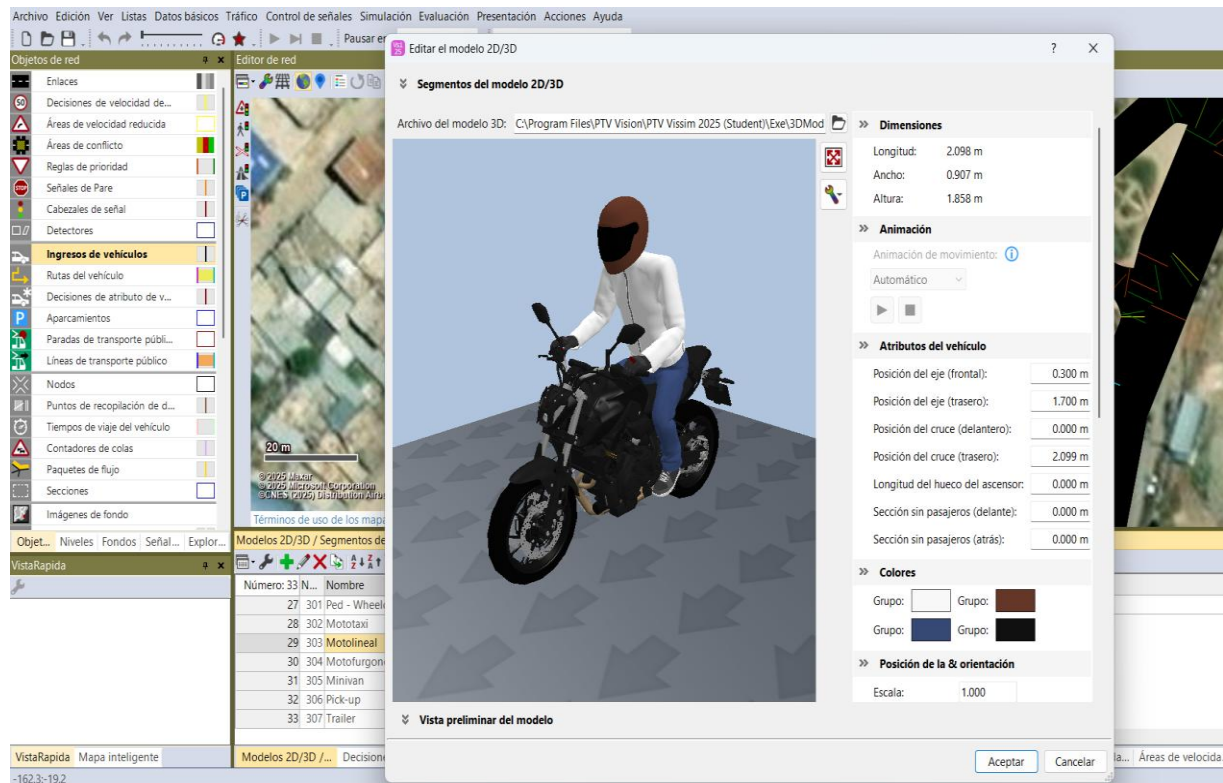


Nota. Configuración del vehículo especial tipo moto carguera empleada en el modelo de simulación en PTV Vissim v24

La figura muestra 16 la configuración establecida para los vehículos especiales del tipo moto carguera dentro del software PTV Vissim. La incorporación de estos parámetros es fundamental para representar de manera realista su comportamiento en el Óvalo Binacional.

Figura 17.

Configuración de vehículos especiales - Motocicleta

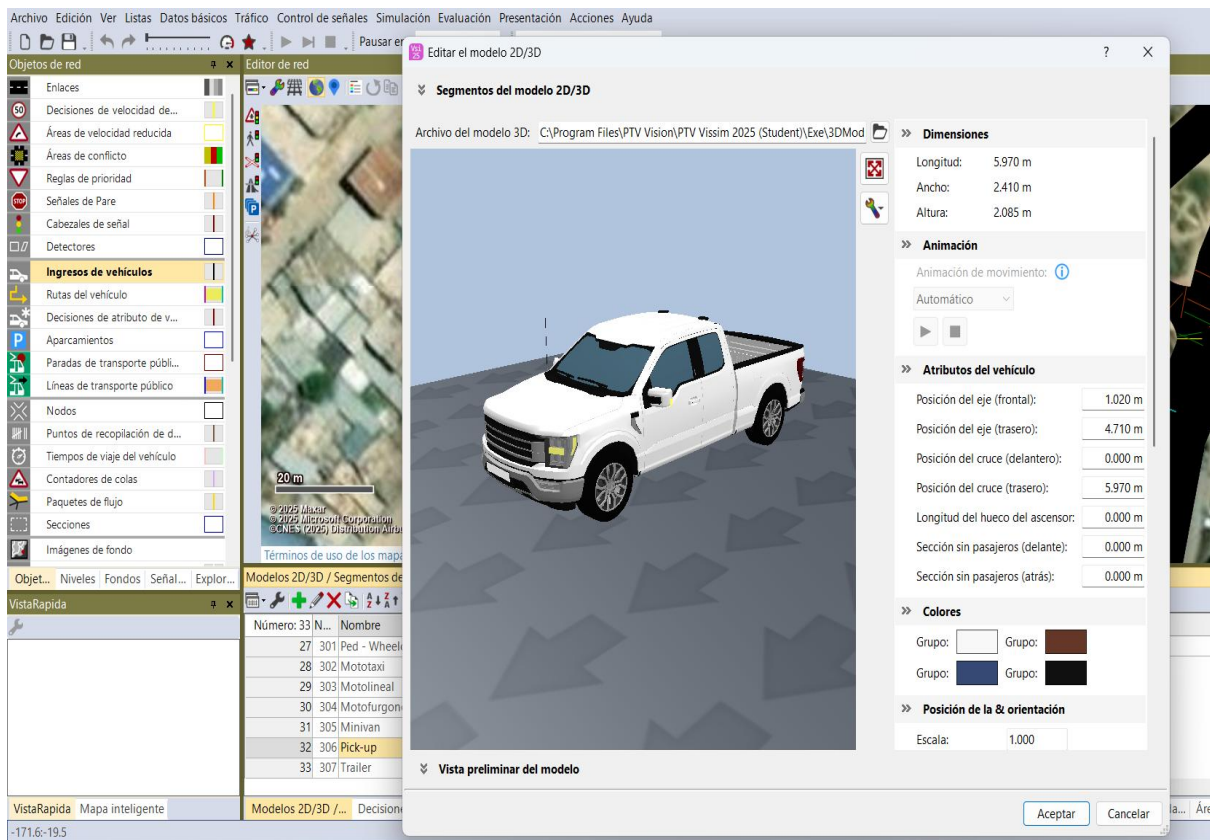


Nota. Configuración del vehículo especial tipo motocicleta.

La figura 17 muestra la configuración asignada a los vehículos especiales del tipo motocicleta dentro del software PTV Vissim.. Dado que las motocicletas constituyen uno de los modos de transporte predominantes en el Óvalo Binacional, su adecuada parametrización resulta fundamental para garantizar que el modelo simule de manera realista las interacciones.

Figura 18.

Configuración de vehículos especiales - Pick up



Nota. Configuración del vehículo especial tipo pick up.

La figura 18 muestra la configuración establecida para los vehículos especiales del tipo pick up dentro del software PTV Vissim. La correcta definición de estas características es esencial para representar de manera realista su interacción dentro del flujo vehicular del Óvalo Binacional.

2.10.1.6. Ingreso de datos

Luego de haber recreado la geometría del óvalo mediante links y connectors, se procedió a ingresar los datos correspondientes a los flujos vehiculares observados en campo. El ingreso se realizó mediante la herramienta “Vehicle Inputs”, donde se establecieron los volúmenes, tipos, intervalos de simulación y direcciones de movimiento. Dado que el óvalo Binacional no contó con control semafórico, la circulación se modeló a través de la definición de rutas y prioridades de paso, incorporando los porcentajes de giro obtenidos en los aforos para representar de manera realista el comportamiento del tránsito en cada acceso y salida.

2.10.1.6.1. Entrada de vehículos

Para este proceso, se empleó la herramienta “Vehicle Inputs” del programa, la cual permite definir los volúmenes vehiculares que ingresan a la red en cada acceso y sentido de circulación. Se incorporaron los datos correspondientes a la hora punta, considerando los volúmenes registrados en campo para cada uno de los accesos del óvalo Binacional, tanto en la avenida Pakamuros (Norte–Sur y Sur–Norte) como en la calle Villanueva Pinillos (Norte–Sur y Sur–Norte).

En cada acceso se ingresaron todos los tipos de vehículos considerados en el estudio como automóviles, motocicletas, mototaxis, minivanes, pick up y tráilers; junto con la cantidad total de unidades observadas en hora punta.

Figura 19.

Configuración de entradas vehiculares en el modelo de simulación

Número	Nombre	Enlace	Volumen(0-MAX)	CompVeh(0-MAX)
1	Pakamuros N-S/ Mototaxi	7: Pakamuros NS	899.0	10: Pakamuros N-S/ Mototaxi
2	Pakamuros N-S/ Motolineal	7: Pakamuros NS	1161.0	11: Pakamuros N-S/ Motolineal
3	Pakamuros N-S/ Moto Furgoneta	7: Pakamuros NS	27.0	12: Pakamuros N-S/ Moto Furgoneta
4	Pakamuros N-S/ Auto	7: Pakamuros NS	51.0	13: Pakamuros N-S/ Auto
5	Pakamuros N-S/ Minivan	7: Pakamuros NS	118.0	14: Pakamuros N-S/ Minivan
6	Pakamuros N-S/ Pick Up	7: Pakamuros NS	114.0	15: Pakamuros N-S/ Pick Up
7	Pakamuros N-S/ Trailer	7: Pakamuros NS	114.0	16: Pakamuros N-S/ Trailer
8	Pakamuros S-N/ Mototaxi	2: Pakamuros SN	114.0	17: Pakamuros S-N/ Mototaxi
9	Pakamuros S-N/ Motolineal	2: Pakamuros SN	775.0	18: Pakamuros S-N/ Motolineal
10	Pakamuros S-N/ Moto Furgoneta	2: Pakamuros SN	18.0	19: Pakamuros S-N/ Moto Furgoneta
11	Pakamuros S-N/ Auto	2: Pakamuros SN	33.0	20: Pakamuros S-N/ Auto
12	Pakamuros S-N/ Minivan	2: Pakamuros SN	104.0	21: Pakamuros S-N/ Minivan
13	Pakamuros S-N/ Pick Up	2: Pakamuros SN	93.0	22: Pakamuros S-N/ Pick Up
14	Pakamuros S-N/ Trailer	2: Pakamuros SN	25.0	23: Pakamuros S-N/ Trailer
15	Pinillos / Mototaxi	12: Pinillos	393.0	24: Pinillos / Mototaxi
16	Pinillos / Motolineal	12: Pinillos	404.0	25: Pinillos / Motolineal
17	Pinillos / Moto Furgoneta	12: Pinillos	4.0	26: Pinillos / Moto Furgoneta
18	Pinillos / Auto	12: Pinillos	28.0	27: Pinillos / Auto

Número	Cont	IntTie...	Volumen	CompVeh	TipoVol
1	<input type="checkbox"/>	0-MAX	899.0	10: Pakamuros N-S/ Mototaxi	Estocásti...

Nota. Configuración de las entradas vehiculares utilizadas en el modelo de simulación en PTV Vissim v24.

La figura 19 muestra la configuración de las entradas vehiculares incorporadas en el modelo de simulación del escenario actual. Esta configuración permite reproducir con precisión la demanda real de tránsito y garantiza que el modelo refleje adecuadamente las condiciones observadas en campo. Con ello, se asegura que las simulaciones posteriores representen de manera fiel la carga vehicular que enfrenta la infraestructura en el escenario actual.

2.10.1.6.2. Asignación de rutas

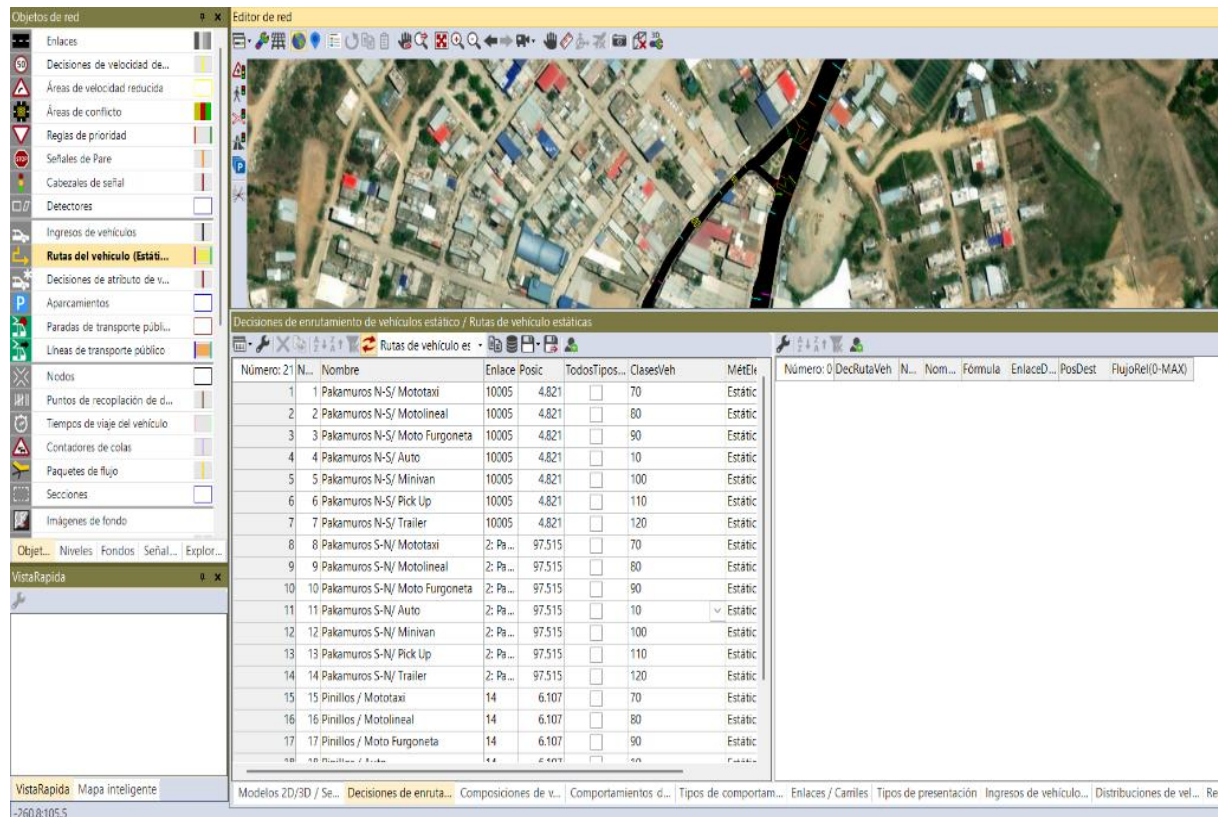
La asignación de rutas comprendió los desplazamientos vehiculares con el objetivo de representar de manera integral el comportamiento del tránsito en el óvalo Binacional.

2.10.1.6.2.1. Rutas vehiculares

La asignación de rutas se realizó en PTV Vissim mediante la herramienta Vehicle Routes, con el propósito de definir los trayectos vehiculares dentro del óvalo Binacional de acuerdo con los porcentajes de giro obtenidos en los aforos de campo. En el modelamiento, se estableció rutas específicas para cada tipo de vehículo, ya que cada clase presentaba un comportamiento, destino y flujo distintos.

Figura 20.

Asignación de rutas vehiculares en el óvalo Binacional



Nota. Asignación de rutas vehiculares modeladas para el Óvalo Binacional en PTV Vissim v24.

La figura 20 muestra la asignación de rutas vehiculares dentro del modelo de simulación correspondiente al Óvalo Binacional. Esta configuración permite reproducir adecuadamente los giros, trayectorias y patrones de circulación propios del área de estudio, asegurando que el flujo vehicular simulado refleje el comportamiento operativo real.

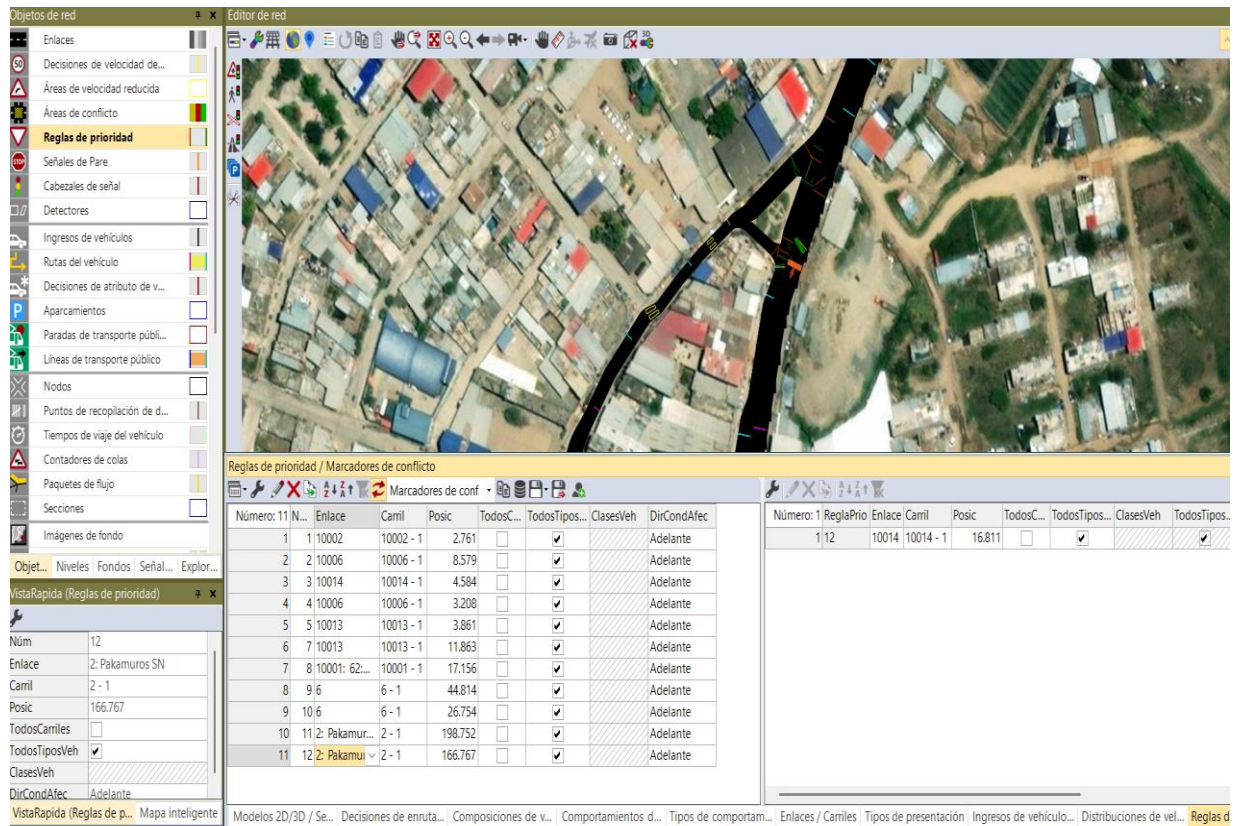
2.10.1.6.3. Reglas de prioridad

En el modelo de simulación se establecieron reglas de prioridad con el propósito de definir el comportamiento jerárquico de paso entre los diferentes flujos vehiculares. Para ello, se determinó qué carriles o vías tendrían preferencia y cuáles debían ceder el paso, garantizando un funcionamiento coherente con las condiciones reales observadas en el óvalo Binacional.

La aplicación de estas reglas permitió representar adecuadamente las maniobras de ingreso, cruce y giro, especialmente en una intersección sin control semafórico, donde la prioridad vial está determinada principalmente por la geometría y el flujo dominante.

Figura 21.

Configuración de prioridades de paso en el entorno de simulación de PTV Vissim



Nota: Captura de pantalla del proceso de configuración de prioridades de paso vehicular en el software PTV Vissim.

La figura 21 muestra la configuración de las prioridades de paso establecidas en el entorno de simulación del software PTV Vissim. Esta configuración es fundamental para reproducir de manera realista las interacciones entre vehículos, especialmente en zonas de cruce y conflicto. Al establecer correctamente estas prioridades, el modelo refleja fielmente el comportamiento operativo observado en campo, permitiendo obtener resultados de simulación más precisos y representativos del escenario actual.

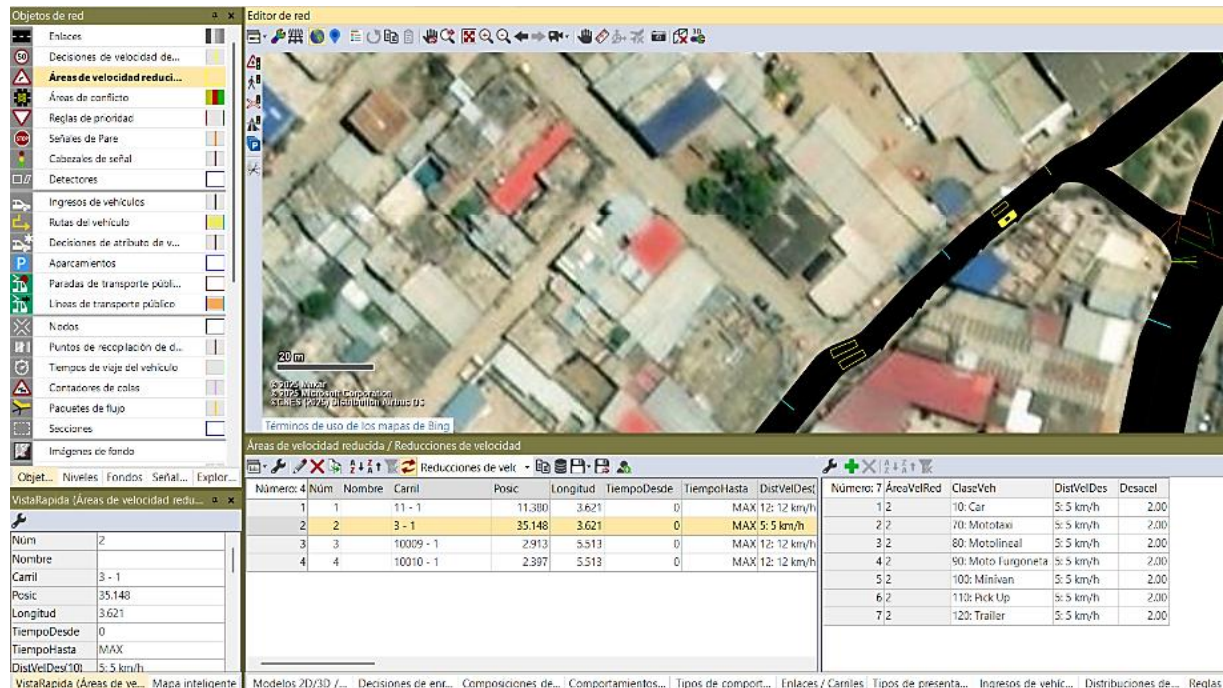
2.10.1.6.4. Reductores de velocidad

En el modelo se implementó zonas de velocidad reducida para representar las condiciones irregulares del pavimento presentes en el área de estudio. Durante las observaciones en campo se identificaron baches y deterioro en la calzada, lo que ocasionaba que los conductores disminuyeran su velocidad de forma notable.

Por ello, se configuraron límites de entre 5 y 12 km/h, adaptados a cada tramo y tipo de vehículo, con el fin de reflejar las variaciones reales en el flujo vehicular generadas por el mal estado de la vía. Esta medida permitió simular de manera más precisa la circulación y los tiempos de desplazamiento dentro del entorno urbano analizado.

Figura 22.

Implementación de zonas de velocidad reducida en PTV Vissim



Nota: Captura de pantalla del modelo de simulación en PTV Vissim donde se representan las zonas con límites de velocidad reducida.

La figura 22 muestra la implementación de zonas de velocidad reducida dentro del modelo de simulación en PTV Vissim. La incorporación de estos parámetros es esencial para que los vehículos ajusten su comportamiento de circulación de manera coherente con la infraestructura existente, garantizando así una representación más precisa y realista del escenario actual.

2.10.2. Parámetros de simulación

Para la ejecución del modelo en PTV Vissim, se estableció una duración total de 4200 segundos (70 minutos), incluyendo 10 minutos adicionales para permitir la estabilización del flujo vehicular inicial, ya que al comienzo ingresaban pocos vehículos. Se empleó una resolución de 10 pasos por segundo, una semilla aleatoria de 42 con incremento de 1, y se

realizaron 10 ejecuciones en modo de velocidad máxima, utilizando todos los núcleos disponibles para optimizar el procesamiento.

2.10.3. Calibración del Modelo de Microsimulación

Para representar adecuadamente el tránsito mixto urbano, el modelo fue calibrado modificando específicamente los comportamientos de motocicletas, mototaxis y vehículos pesados tipo tráiler, mientras que los demás tipos de vehículos mantuvieron los parámetros estándar provistos por VISSIM. En el caso de motocicletas y mototaxis se ajustaron los parámetros del modelo de seguimiento de vehículo (Wiedemann 74), definiendo distancias de seguridad acordes a su maniobrabilidad, así como su comportamiento lateral, permitiendo adelantamientos por ambos lados y estableciendo posiciones laterales más flexibles. Para los vehículos tipo tráiler se incrementaron significativamente las distancias de seguridad en detención y circulación, se configuró una posición lateral centrada, se desactivaron los adelantamientos y se ajustaron las separaciones laterales según su limitada maniobrabilidad. Estas modificaciones permiten reproducir de manera más realista las interacciones y características dinámicas del tránsito urbano heterogéneo observado en campo.

Tabla 7.

Parámetros calibrados para motocicletas y mototaxis.

Parámetro	Valor configurado
Modelo de seguimiento	Wiedemann 74
Separación media en detención	1.00 m
Parte adicional de la distancia de seguridad	1
Parte multiplicativa de la distancia de seguridad	1
Posición deseada a flujo libre	Cualquiera
Columna en diamante	Activada
Consideración del siguiente giro	Activada
Ganancia de tiempo de colisión	2.00 s
Velocidad longitudinal mínima	1.00 km/h
Adelantamiento izquierda	Activado
Adelantamiento derecha	Activado
Distancia lateral en parada	0.20 m
Distancia lateral en conducción	1.00 m

Nota. Estos parámetros se aplicaron exclusivamente a motocicletas y mototaxis para reflejar su alta maniobrabilidad y patrones de adelantamiento característicos del tránsito urbano.

La tabla 7 presenta los parámetros calibrados específicamente para motocicletas y mototaxis dentro del modelo de simulación. La calibración realizada asegura que el modelo reproduzca fielmente sus patrones de circulación, contribuyendo a una simulación más realista y a resultados más confiables en la evaluación del escenario actual y de las alternativas propuestas.

Tabla 8.

Parámetros calibrados para vehículos tipo tráiler.

Parámetro	Valor configurado
Modelo de seguimiento	Wiedemann 74
Separación media en detención	3.00 m
Parte adicional de la distancia de seguridad	2
Parte multiplicativa de la distancia de seguridad	3
Posición deseada a flujo libre	Mitad del carril
Columna en diamante	Desactivada
Consideración del siguiente giro	Desactivada
Ganancia de tiempo de colisión	2.00 s
Velocidad longitudinal mínima	1.00 km/h
Adelantamiento izquierda	Desactivado
Adelantamiento derecha	Desactivado
Distancia lateral en parada	0.20 m
Distancia lateral en conducción	1.00 m

Nota. Los parámetros fueron ajustados para reproducir la limitada maniobrabilidad y mayores distancias de seguridad características de los vehículos pesados.

La tabla 8 presenta los parámetros calibrados para los vehículos tipo tráiler utilizados en el modelo de simulación. La calibración de estos parámetros permite que el modelo represente adecuadamente la influencia de los tráileres en el flujo vehicular del Óvalo Binacional, asegurando una simulación más realista y resultados confiables en el análisis del escenario actual y de las propuestas de mejora.

2.11. Simulación del proyecto

Para el modelado de la propuesta se efectuó utilizando los mismos datos obtenidos para la simulación del estado actual. A partir de ellos, se plantearon alternativas para su análisis y optar por la más favorable para mejorar las condiciones del tránsito.

2.11.1. Alternativa 1: Eliminación de giros conflictivos

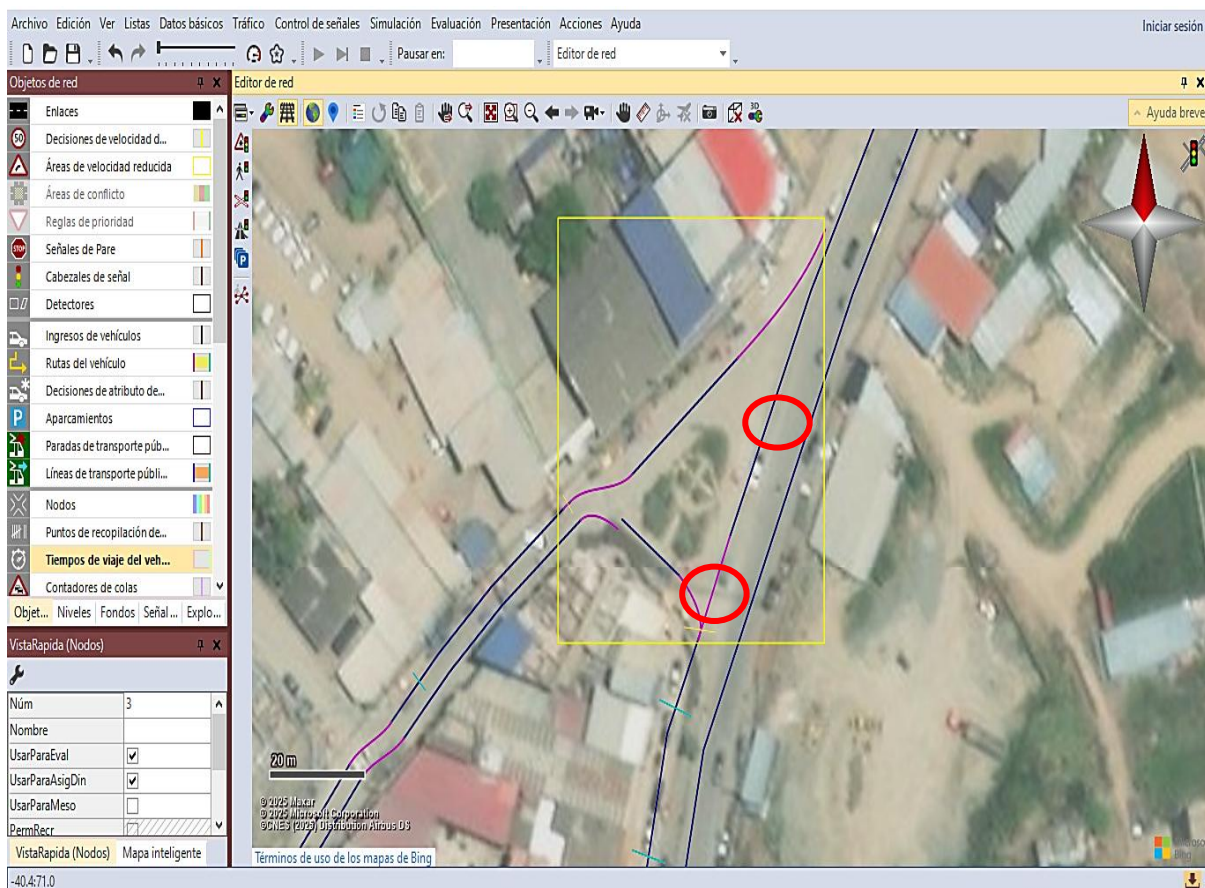
Una vez analizada la situación actual de la intersección, se pudo observar que el giro 13 proveniente del acceso de la Av. Villanueva Pinillos y el giro 21 proveniente de la Av. Pakamuros causan conflicto y genera caos vehicular. En base a ello, en esta alternativa se pretenden eliminarlos con la finalidad de determinar un mejor nivel de servicio, y para no alterar el volumen vehicular de dichos giros se optó por desviarlos trazando rutas alternas; para

el giro 13, mediante un giro en U a la altura de la calle Corcancha; y para el giro 21, por la calle fe y alegría y su salida por la calle Río Amazonas.

Para el primer caso, Se opta por canalizarlo mediante un giro en U en la intersección mencionada considerando que se encuentra fuera de las zonas de conflictos y además que la geometría en esta zona lo permite, por otro lado, para el segundo caso se considera la calle Fe y Alegría ya que es una calle no muy concurrida y para ingresar a la av. Pakamuros, lo haría por la calle Río Amazonas, además en este punto está regulada por un semáforo.

Figura 23.

Vista de links y conectores reestructurados en Modelo Proyecto

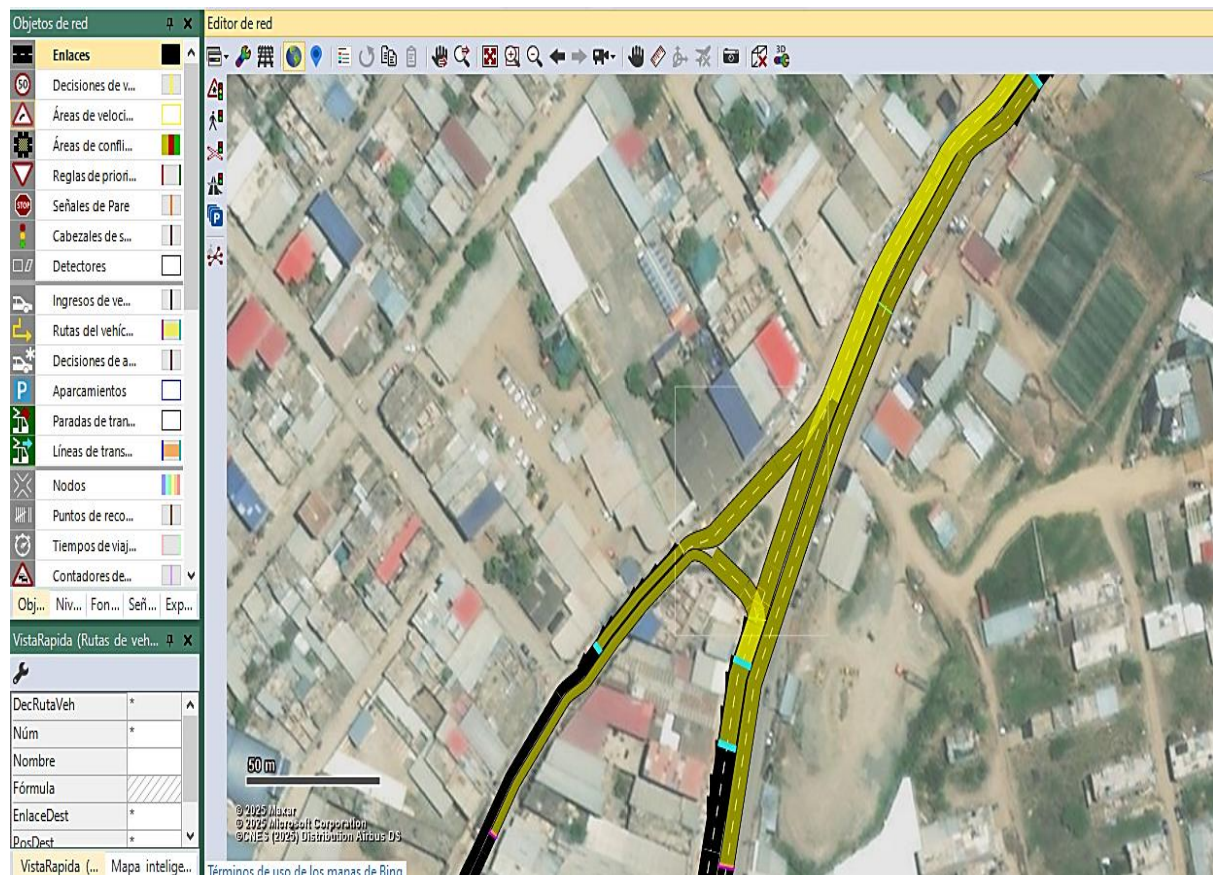


Nota. Vista de los links y conectores reestructurados para el modelo de proyecto en PTV Vissim v24

En la figura 23 muestra la eliminación de los giros 13 (Villa Pinillo a Av. Pakamuros (N)), así mismo el giro 21 (Av. Pakamuros-sur a Villanueva Pinillos). Esta modificación en el modelo se representó eliminando el conector que unían estas vías.

Figura 24.

Vista de las nuevas rutas propuestas en la zona de estudio



Nota. Elaboración propia a partir del software PTV Vissim 2024.

La figura 24 muestra la vista general de las nuevas rutas propuestas en la zona de estudio, diseñadas como parte de las alternativas de mejora para optimizar la circulación en el Óvalo Binacional. La visualización de estas rutas permite identificar claramente los cambios planteados respecto al escenario actual y constituye un insumo fundamental para evaluar, mediante simulación.

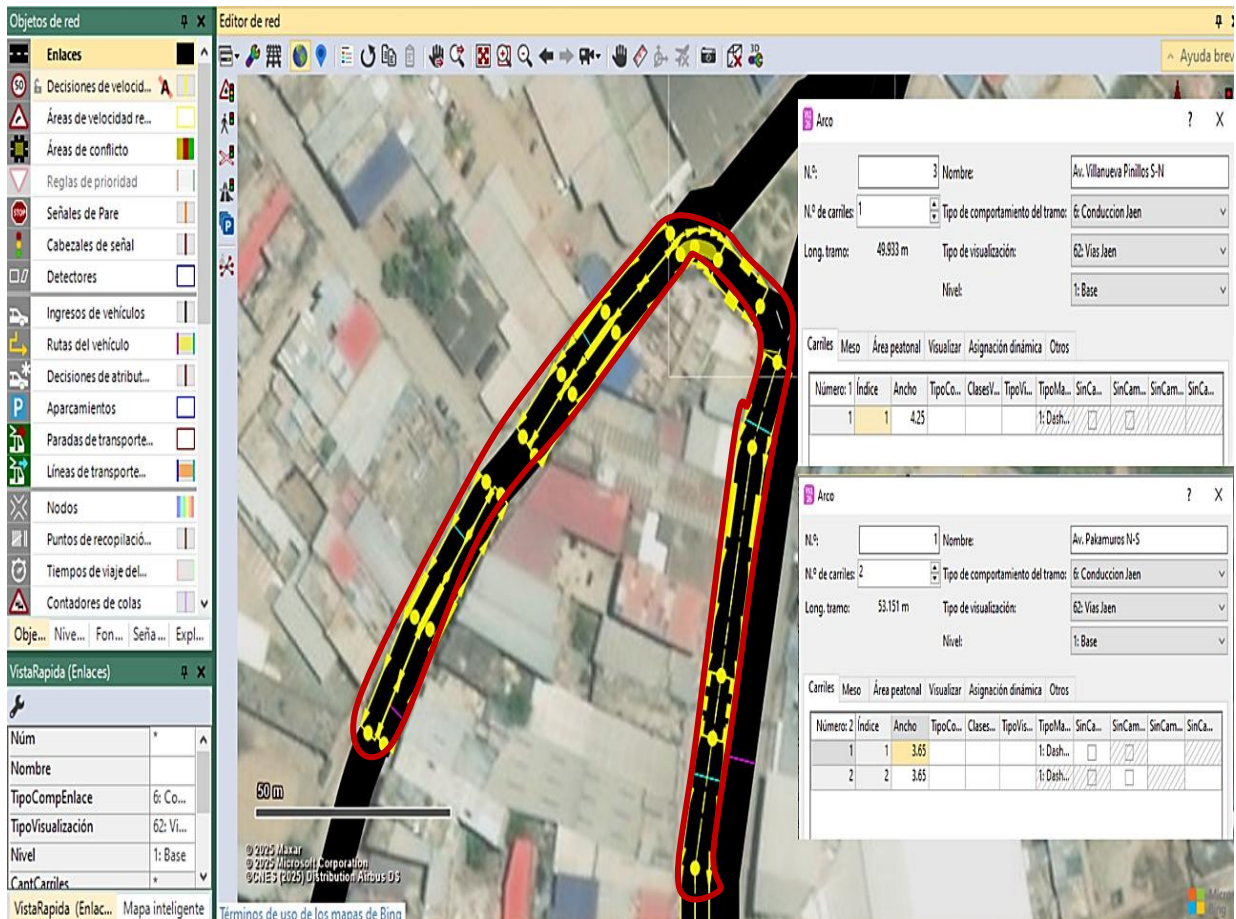
2.11.2. Alternativa 2: Eliminación de estacionamientos.

Analizada la situación actual, se pudo observar la presencia de vehículos estacionados en las vías de la Av. Villanueva Pinillos y Av. Pakamuros (sur), lo que genera que los carriles de dichas vías no tengan el ancho efectivo reduciendo así su capacidad vehicular y por consiguiente los radios de giro se vean afectados, en base a ello, en esta alternativa se pretenden eliminarlos con la finalidad de determinar un mejor nivel de servicio y menorar las longitudes de colas y tiempos relativos.

Seguidamente en el software, con el modelo base, se procede a rediseñar los carriles con sus anchos reales obtenidas en campo, simulando la eliminación de estacionamientos en las vías mencionada.

Figura 25.

Vista de vías Villanueva Pinillos y Av. Pakamuros N-S con la configuración de anchos reales representando las vías libres de estacionamientos



Nota. Vista de las vías Villanueva Pinillos y Av. Pakamuros N–S con la configuración de anchos reales empleada para representar las vías libres de estacionamientos en el modelo de simulación (PTV Vissim v24, 2024)

La figura 25 muestra la vista de las vías Villanueva Pinillos y Av. Pakamuros en sentido norte–sur, modeladas con los anchos reales de calzada y representadas sin la presencia de vehículos estacionados. De este modo, el modelo reproduce de manera más fiel la capacidad disponible y permite evaluar el impacto que esta medida tiene en la fluidez vehicular y en la reducción de puntos de congestión en el entorno del Óvalo Binacional.

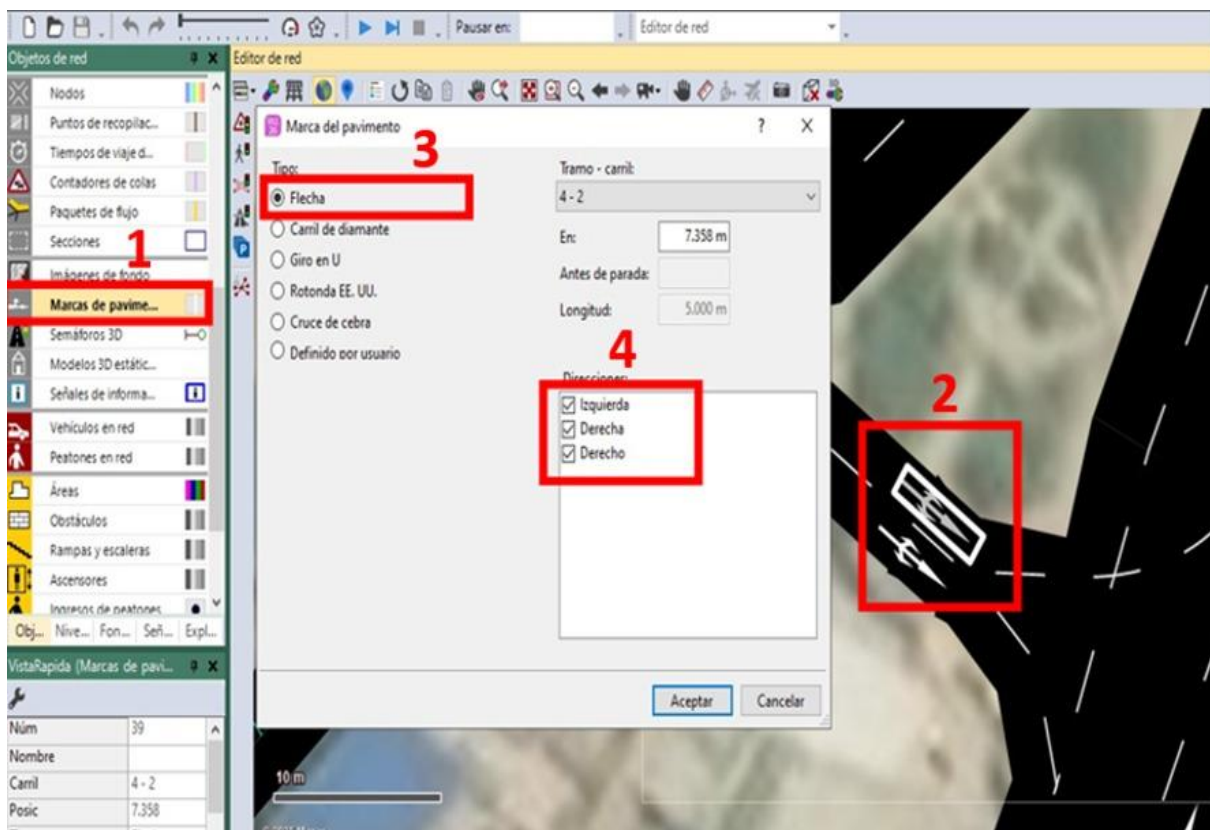
2.11.3. Alternativa 3: Demarcación vial y señalización

Analizada la situación actual, se pudo observar que las vías en la zona de estudio así como a lo largo del área de influencia no cuentan con señalización que distinga un carril de otro o calzadas en ambos sentidos, lo que genera una conducción desordenada, maniobras imprevistas, invasión de carril y hasta conflictos laterales, en base a ello se plantea esta alternativa y está orientada a la delimitación de carriles y optimización del uso de la calzada con la finalidad de disminuir las demoras asociadas a la indecisión y mejora los tiempos de recorrido promedio.

Seguidamente en el software, con el modelo base, se proceden a rediseñar las calzadas separándolos por carriles con anchos equitativos, así como también colocar la señalización horizontal en las calzadas con la herramienta “Marcas en pavimento”.

Figura 26.

Procedimiento para insertar señalización horizontal en el software.



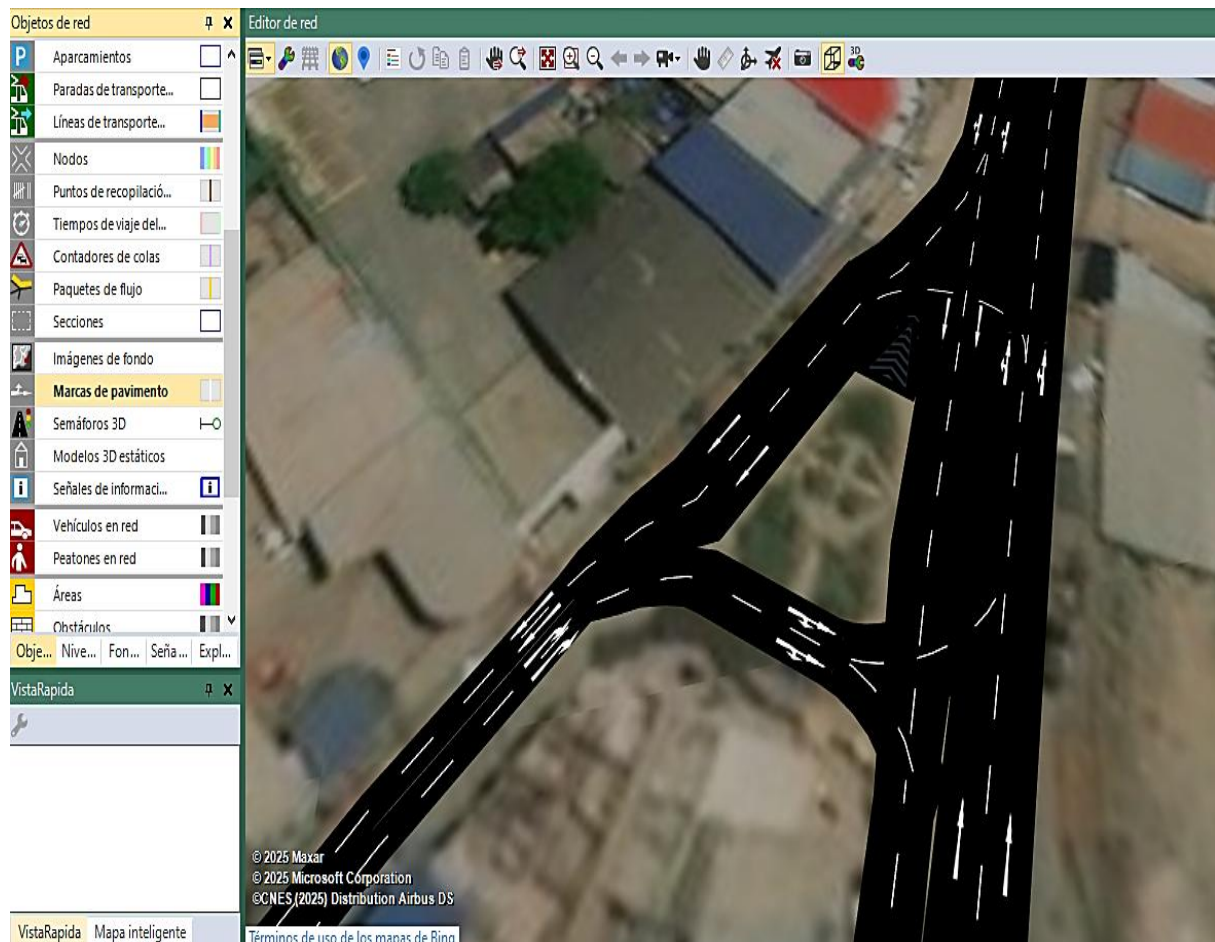
Nota. Captura de pantalla del software PTV Vissim.

En la figura 26, se muestra el proceso de insertar las señalizaciones horizontales en el modelado, seleccionó la herramienta llamada “Marcas de Pavimentos” (1) seguidamente se

inserta la marca con encima de la vía (2) y posteriormente se configura el tipo de señal (3), para este caso, como es señalizaciones de flecha, se elige el sentido que deseamos que indiquen (4)

Figura 27.

Vista de señalización horizontal en calzada y separación de carriles con anchos equitativos.



Nota. Vista de la señalización horizontal y la separación de carriles con anchos equitativos aplicada en el modelo de simulación en PTV Vissim v24.

La figura 27 muestra la señalización horizontal implementada en la calzada, junto con la separación de carriles trazada con anchos equitativos en el área de estudio. La correcta distribución del ancho disponible contribuye a una circulación más ordenada y segura, favoreciendo la fluidez vehicular y disminuyendo los conflictos operacionales presentes en el escenario actual del Óvalo Binacional.

2.12. Características y funciones del software

El software PTV Vissim v.24 es un modelo computacional que se fundamenta en los parámetros psicofísicos del seguimiento de vehículos, propuestos por Wiedemann. El sistema de Vissim se compone de dos programas distintos, el modelo de flujo de tráfico y el modelo de

gestión de señales. El modelo de flujo de tráfico permite la animación del movimiento de los vehículos. En contraposición, el modelo de control de señales posibilita la creación de archivos de salida que contienen la acumulación de datos estadísticos como las longitudes de cola y los tiempos de viaje (PTV. GROUP)

El funcionamiento del software Vissim está vinculado al conjunto integrado del modelo de seguimiento de vehículos, que tiene un mayor impacto en Vissim, y el modelo de cambio de cambio de carril. En el primer modelo, la separación entre vehículos se modificará cuando un vehículo de mayor velocidad se acerque a uno de menor velocidad. El comportamiento del conductor tiene un papel en esta regulación de la separación entre vehículos; puesto que se basará en la velocidad de desplazamiento y en la separación entre los vehículos.

III. RESULTADOS

3.1. Modelación del tránsito vehicular y peatonal, mediante el software PTV Vissim v.24 en el óvalo binacional, provincia de Jaén.

Como resultado del proceso de modelación del tránsito vehicular y peatonal en el Óvalo Binacional mediante PTV Vissim v24, se obtuvo una caracterización integral de su funcionamiento actual, identificándose que el congestionamiento se origina principalmente por giros conflictivos, una geometría vial poco adecuada para vehículos pesados y la presencia de estacionamientos en calzada; además, la simulación permitió determinar un nivel de servicio global LOS B con variaciones por movimiento. Sobre esta base, se evaluaron tres alternativas eliminación de giros conflictivos, retiro de estacionamientos en calzada y mejora de la demarcación y señalización cuya simulación evidenció mejoras operativas, y cuya combinación en una propuesta integral demostró un desempeño superior a la situación actual, como se corroboró mediante tablas comparativas y gráficos obtenidos del modelo en PTV Vissim v24.

3.2. Diagnóstico de las causales de congestionamiento del tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional.

- Condiciones observadas en campo

Durante el trabajo de campo se observó que el Óvalo Binacional presenta una geometría vial poco adecuada para maniobras de giro, especialmente de vehículos de mayor tamaño como camionetas y camiones de carga. Además, se identificó la presencia constante de vehículos estacionados en los bordes de la calzada, lo que redujo el espacio disponible para la circulación y ocasionó ligeras congestiones en determinados momentos del día y sobre todo en las horas pico. En los accesos principales, correspondientes a la avenida Pakamuros y la calle Villanueva Pinillos, se registró una alta presencia de vehículos livianos, motocicletas y mototaxis, siendo estos últimos los que mayormente afectaron la fluidez del tránsito.

Figura 28.

Condiciones geométricas del Óvalo Binacional observadas en campo

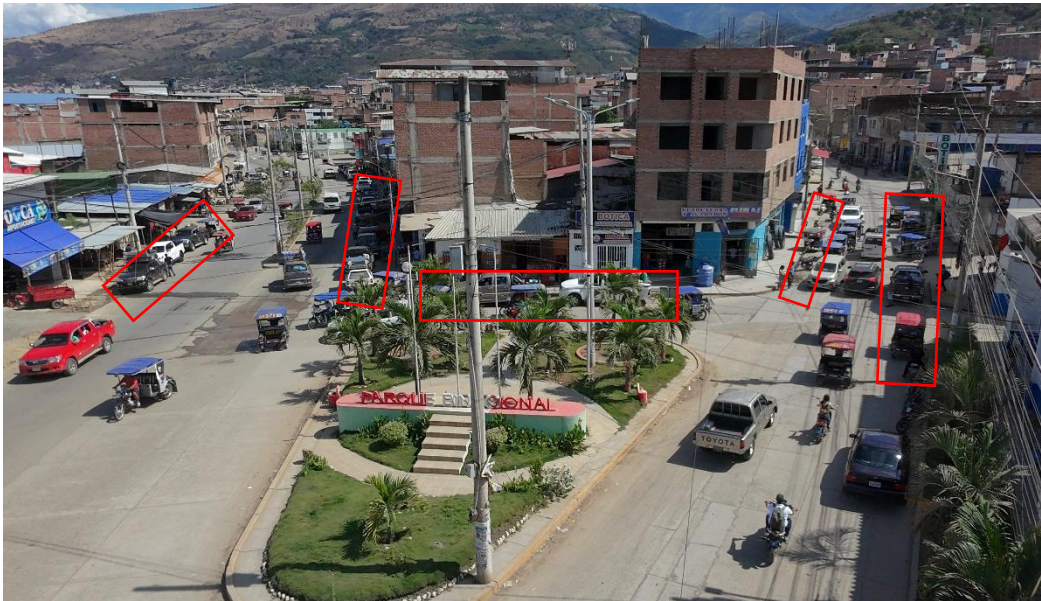


Nota. Condiciones geométricas del Óvalo Binacional registradas durante el trabajo de campo (2025).

La figura 28 muestra las condiciones geométricas del Óvalo Binacional observadas en campo, donde se evidencia la limitada capacidad para realizar maniobras de vehículos de carga debido a los radios de giro reducidos. Esta configuración restringe el desplazamiento de unidades pesadas, generando dificultades en las trayectorias de giro y aumentando el riesgo de conflictos operacionales en el flujo vehicular.

Figura 29.

Vehículos estacionados en la calzada del Óvalo Binacional



Nota. Vehículos estacionados en la calzada del Óvalo Binacional, registrados durante el trabajo de campo (2025).

La figura 29, evidencia la presencia de vehículos estacionados en la calzada del Óvalo Binacional, enmarcados con los cuadros rojos, lo cual reduce el espacio disponible para la circulación y genera interrupciones en el flujo vehicular. Esta condición provoca estrechamientos en los accesos y obliga a los conductores a realizar maniobras evasivas, aumentando la probabilidad de congestión y afectando la continuidad del tránsito en horas de mayor demanda.

Figura 30.

Vehículos menores y livianos en los accesos del Óvalo Binacional



Nota. Presencia de vehículos menores y livianos en los accesos del Óvalo Binacional, registrada durante el trabajo de campo (2025).

La figura 30 muestra la constante presencia de vehículos menores y livianos en los accesos del Óvalo Binacional, lo que evidencia una alta demanda de tránsito en dichas zonas. Este flujo predominante de motocicletas y automóviles genera interacciones frecuentes con vehículos de mayor tamaño, incrementando la complejidad operativa y contribuyendo a la congestión durante los periodos de mayor afluencia.

Durante las observaciones en campo se registró un flujo peatonal reducido, con menos de veinte personas por acceso en el periodo de hora punta. La mayoría de los peatones permanecieron en áreas adyacentes al área de estudio sin seguir alguna ruta que influya en el tránsito vehicular o peatonal.

Figura 31.

Bajo flujo peatonal en los diferentes accesos del óvalo Binacional



Nota. Bajo flujo peatonal observado en los distintos accesos del Óvalo Binacional durante el trabajo de campo (2025).

La figura 31 muestra un bajo flujo peatonal en los accesos del Óvalo Binacional, lo que indica que la circulación en la zona es predominantemente vehicular. Esta condición reduce la interacción peatón-vehículo; sin embargo, evidencia la necesidad de considerar medidas de seguridad, dado que la presencia peatonal, aunque limitada, sigue siendo un factor a gestionar en los puntos de cruce.

- Estado físico de la vía

Durante las observaciones en campo, se registró un deterioro visible del pavimento en varios tramos de la avenida Villanueva Pinillos, evidenciándose baches, fisuras y hundimientos parciales. En estos puntos, los conductores redujeron la velocidad y realizaron maniobras evasivas para evitar las irregularidades de la calzada. También se identificó un drenaje pluvial deficiente, con acumulación de agua durante las lluvias.

Figura 32.

Presencia de baches en el pavimento.



Nota. Presencia de baches en el pavimento registrada durante las observaciones de campo en el Óvalo Binacional.

La figura 32 evidencia la presencia de baches en el pavimento del Óvalo Binacional, tal como se indica en el recuadro rojo, lo que refleja un deterioro de la superficie de rodadura. Esta condición contribuye a la reducción de la velocidad de operación, ya que obliga a los conductores a disminuir su marcha y realizar maniobras evasivas, afectando la fluidez vehicular y la continuidad del tránsito en la zona. En el modelado esto significó insertar reductores de velocidad en la zona donde se observaron los baches.

Figura 33.

Superficie de rodadura con daños localizados tipo bache



Nota. Presencia de baches en el pavimento registrada durante las observaciones de campo en el Óvalo Binacional.

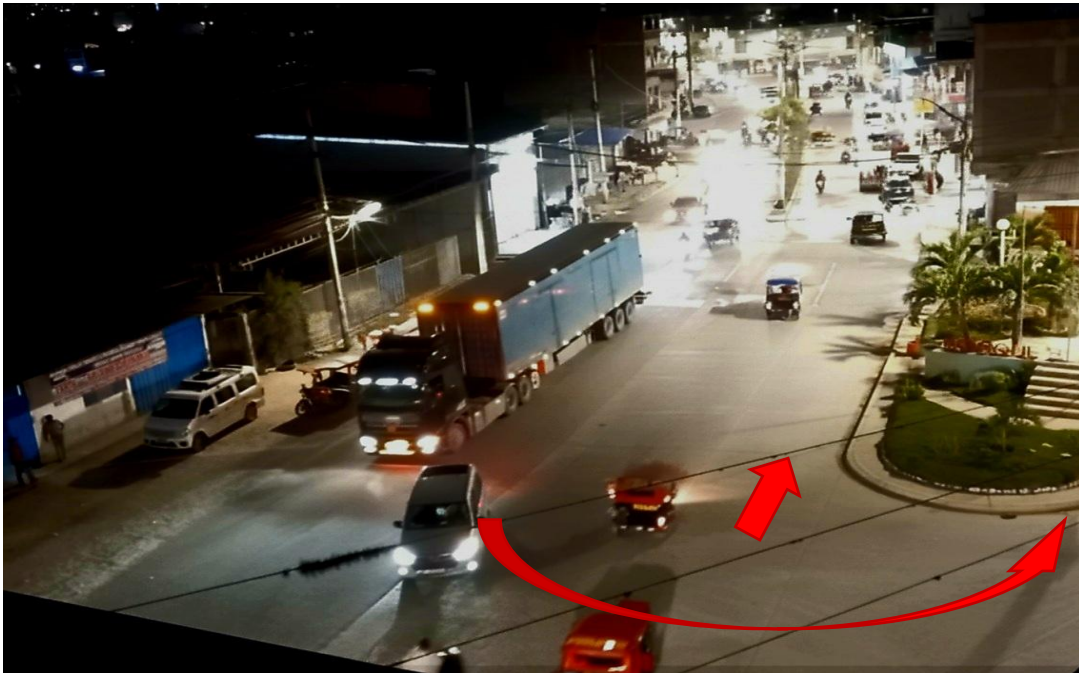
La figura 33 muestra daños localizados tipo bache en la superficie de rodadura del Óvalo Binacional, tal como se indica en el recuadro rojo, los cuales afectan las condiciones de desplazamiento vehicular. Estos deterioros contribuyen a la reducción de la velocidad de operación, ya que los conductores disminuyen su marcha para evitar impactos y maniobras bruscas, lo que repercute en la continuidad del flujo y en la eficiencia del tránsito en la zona. En el modelado esto significó insertar reductores de velocidad en la zona donde se observaron los baches.

- Identificación de puntos conflictivos

Durante el análisis se identificaron dos giros conflictivos que afectaron significativamente la fluidez vehicular del Óvalo Binacional. El primero correspondió al giro proveniente de la avenida Pakamuros alrededor del óvalo, que permitía el ingreso hacia la avenida Villanueva Pinillos (sentido norte-sur); este movimiento generó leves detenciones debido a la interacción con los flujos directos.

Figura 34.

Giro conflictivo identificado en el Óvalo Binacional



Nota. Giro conflictivo identificado en el Óvalo Binacional durante las observaciones de campo (2025).

La figura 34 muestra uno de los giros conflictivos presentes en el Óvalo Binacional, el cual genera interferencias directas entre los flujos vehiculares que ingresan y los que realizan la maniobra de giro. Esta condición incrementa el riesgo de fricción entre unidades, reduce la fluidez operativa y provoca demoras en los accesos, siendo un factor determinante en la congestión observada en el escenario actual.

El segundo giro identificado correspondió al movimiento desde la avenida Villanueva Pinillos hacia la avenida Pakamuros (sentido norte-sur). En este punto se registró un alto volumen de vehículos realizando dicho giro, lo que ocasionó detenciones frecuentes en la zona de incorporación con la circulación principal de la avenida Pakamuros.

Figura 35

Giro conflictivo identificado en el Óvalo Binacional



Nota. Giro conflictivo adicional identificado en el Óvalo Binacional durante las observaciones de campo (2025).

La figura 35 muestra uno de los giros conflictivos presentes en el Óvalo Binacional, el cual genera interferencias directas entre los flujos vehiculares que ingresan y los que realizan la maniobra de giro. Esta condición incrementa el riesgo de fricción entre unidades, reduce la fluidez operativa y provoca demoras en los accesos, siendo un factor determinante en la congestión observada en el escenario actual.

Figura 36.

Giro desde la avenida Villanueva Pinillos hacia la avenida Pakamuros (vista alternativa).



Nota. Vista alternativa del giro desde la avenida Villanueva Pinillos hacia la Avenida Pakamuros registrada durante el trabajo de campo.

La figura 36 muestra el giro desde la avenida Villanueva Pinillos hacia la avenida Pakamuros, observado desde una perspectiva alternativa que permite apreciar con mayor detalle la interacción entre los vehículos que ejecutan la maniobra y el flujo continuo que circula por el óvalo.

3.3. Determinación del nivel de servicio actual del Óvalo Binacional mediante el software PTV Vissim .v24.

- Nivel de Servicio

Figura 37.

Nivel de servicio actual del Óvalo Binacional obtenido mediante simulación en PTV VISSIM v24.



Nota: Mapa generado a partir de los resultados de simulación en PTV VISSIM v24.

En la Figura 37 se presenta el nivel de servicio actual del Óvalo Binacional, obtenido mediante la simulación realizada en PTV VISSIM v24. Cualitativamente, se observan zonas con nivel de servicio B, lo que representa condiciones de flujo estable y demoras moderadas.

De manera cuantitativa, el nivel de servicio se determinó a partir de la demora promedio vehicular registrada en cada acceso de la intersección, considerando el tiempo transcurrido desde el ingreso hasta la salida del vehículo del nodo analizado. El valor mostrado corresponde al promedio ponderado de los niveles de servicio por movimiento

- Nivel de Servicio por Movimiento

A continuación, se muestran los niveles de servicio por movimiento en cada intersección cabe resaltar que es en función de las demoras de cada movimiento, observándose así que movimientos son los que mayor demora aportan a la intersección, siendo en la intersección Pakamuros, los giros los más conflictivos.

Figura 38.

Nivel de servicio por movimiento en el Óvalo Binacional



Nota: Los resultados reflejan el comportamiento operativo de cada movimiento dentro del Óvalo Binacional, considerando la demora promedio y la longitud de cola registradas en la simulación.

La figura 38 presenta el nivel de servicio por movimiento en el Óvalo Binacional para el escenario actual, evidenciando que algunos accesos registran condiciones operativas aceptables, mientras que otros alcanzan niveles inferiores debido a la presencia de giros conflictivos, restricciones geométricas y estacionamientos en calzada. Esta variabilidad en el desempeño muestra que los movimientos con mayor demanda y mayor interacción con flujos opuestos son los que presentan mayores demoras y reducción en la calidad del servicio, destacando los puntos críticos que requieren intervención.

3.4. Análisis de alternativas para mejorar el tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional

Con la finalidad de identificar propuestas viables que contribuyan a la mejora del tránsito vehicular y peatonal en el Óvalo Binacional, se efectuó un análisis técnico y conceptual de diversas alternativas de solución, formuladas a partir de los resultados del diagnóstico previo.

Las alternativas fueron evaluadas a nivel conceptual y técnico, con ayuda del software PTV Vissim, considerando su viabilidad de aplicación, recursos requeridos y tiempo estimado de ejecución. Para la comparación entre escenarios, se analizaron los siguientes indicadores de desempeño operacional:

- Velocidad Promedio
- Demoras relativas
- Volúmenes
- Longitudes de cola
- Nivel de servicio

Alternativa 1: Eliminación de giros conflictivos

Al analizar la intersección con la alternativa mencionada, se obtienen nuevos valores en cuanto a los indicadores evaluados. En la tabla N° 9 se muestran los resultados obtenidos tanto de la situación actual como de la simulación con la mejora evaluada.

Tabla 9.*Comparación de resultados operacionales por acceso - Alternativa 1*

INDICADOR	ESCENARIO ACTUAL			PROPUESTA			VARIACION %		
	PAK-		PAK-S	PAK-		PAK-S	VP	PAK-N	
	VP	N		VP	N			S	
Velocidad									
Promedio (Km/h)	15	20	10 - 15	15.0	25-30	35-50	0	+37.5	+240
Demoras relativas (s)	19.69 s	13.23 s	21.11 s	12.36 s	7.82 s	0.59 s	- 37.23	-40.91	-97.21
Demoras por detención (s)	3.62 s	3.31 s	8.04 s	0.95 s	1.18 s	0 s	- 73.76	-64.35	- 100.00
Longitudes de cola max (m)	75.68 m	37.54 m	70.00 m	48.44 m	24.02 m	0 m	- 35.97	-36.00	- 100.00
Nivel de servicio	C	B	C	B	B	A	C→B	B→B	C→A

Nota. Comparación de los indicadores operacionales por acceso obtenidos de la simulación de la Alternativa 1 en PTV Vissim v24.

En la tabla 9 la alternativa 1 mejora claramente el desempeño de la intersección. Las velocidades aumentan en todos los accesos, mientras que las demoras relativas, demoras por giros y longitudes de cola se reducen de manera significativa, llegando incluso a eliminarse en algunos casos. Como resultado, el nivel de servicio mejora en VP (C→B) y Pakamuros–Sur (C→A), manteniéndose estable en Pakamuros–Norte (B). En conjunto, la propuesta evidencia una operación más eficiente y fluida respecto al escenario actual.

Alternativa 2: Eliminación de estacionamientos

Al analizar la intersección con la alternativa mencionada, se obtienen nuevos valores en cuanto a los indicadores evaluados. En la tabla N° 10 se muestran los resultados obtenidos tanto de la situación actual como de la simulación con la mejora evaluada.

Tabla 10.*Comparación de resultados operacionales por acceso - Alternativa 2*

INDICADOR	ESCENARIO ACTUAL			PROPUESTA			VARIACION %		
	PAK-			PAK-			PAK-		
	VP	N	PAK-S	VP	N	PAK-S	VP	PAK-N	S
Velocidad									
Promedio (Km/h)	15	20	10 - 15	15	20-25	25-38	0	+12.5	+152
Demoras relativas (s)	19.69 s	13.23 s	21.11 s	16.93 s	11.14 s	19.26 s	- 14.01	-13.53	-8.76
Demoras por giros (s)	3.62 s	3.31 s	8.04 s	3.11 s	2.94 s	7.64 s	-14.1	-11.17	-4.98
Longitudes de cola max (m)	75.68 m	37.54 m	70.00 m	64.33 m	28.51 m	60.71 m	- 14.99	-24.05	-13.27
Nivel de servicio	C	B	C	B	A	C	C→B	B→A	C→C

Nota. Comparación de los indicadores operacionales por acceso obtenidos de la simulación de la Alternativa 2 en PTV Vissim v24.

En la tabla 10 la Alternativa 2 muestra mejoras moderadas en comparación con el escenario actual. Las velocidades aumentan en los accesos Pakamuros–Norte (+12.5 %) y Pakamuros–Sur (+152 %), mientras que VP se mantiene sin variación. Las demoras relativas y demoras por giros presentan reducciones ligeras en todos los accesos, indicando una operación algo más eficiente pero no tan marcada como en la Alternativa 1.

Alternativa 3: Demarcación de carriles y señalización.

Al analizar la intersección con la alternativa mencionada, se obtienen nuevos valores en cuanto a los indicadores evaluados. En la tabla N°11 se muestran los resultados obtenidos tanto de la situación actual como de la simulación con la mejora evaluada.

Tabla 11.*Comparación de resultados operacionales por acceso – Alternativa 3*

INDICADOR	ESCENARIO ACTUAL			PROPUESTA			VARIACION %		
	PAK-		PAK-S	PAK-		PAK-S	VP	PAK-N	PAK-S
	VP	N		VP	N				
Velocidad									
Promedio (Km/h)	15	20	10 - 15	15.0	20-25	28-34	0	+12.5	+148
Demoras relativas (s)	19.69 s	13.23 s	21.11 s	16.53 s	10.7 s	19.21 s	- 16.00	-19.00	-9.00
Demoras por giros (s)	3.62 s	3.31 s	8.04 s	3.04 s	2.90 s	7.32 s	- 16.02	-12.39	-9.00
Longitudes de cola max (m)	75.68 m	37.54 m	70.00 m	67.35 m	32.85m	63.70 m	- 11.01	-13.19	-9.00
Nivel de servicio	C	B	C	B	A	C	C→B	B→A	C→C

Nota. Comparación de los indicadores operacionales por acceso obtenidos de la simulación de la Alternativa 3 en PTV Vissim v24.

En la tabla 11 la alternativa 3 mejora moderadamente la operación de la intersección. Las velocidades aumentan en los accesos Pakamuros–Norte y Sur, mientras que las demoras relativas, demoras por giros y longitudes de cola se reducen ligeramente en todos los accesos. El nivel de servicio mejora en VP (C→B) y Pakamuros–Norte (B→A), mientras que Pakamuros–Sur permanece en C. En conjunto, la alternativa ofrece mejoras, aunque no tan significativas como otras propuestas evaluadas. |

Para el tercer escenario se ha optado por demarcar el pavimento con líneas separadoras indicados en la imagen 36, tales como líneas continuas y discontinua, flechas direccionales de la figura 37, áreas neutras en bifurcación como en la figura 39, así como paso de cebra mostrado en la figura 38, para indicar dónde se puede o no adelantar, anticipar giros, cambios de carril, lo que permite también mantener a los vehículos en su carril asignado y reducir la confusión y riesgos de accidentes, y a su vez mostrar por donde puede cruzar un peatón.

Como señalización vertical, mostrado en la Figura 40 en base al MTC, se tiene la señal R-28 para indicar donde no se puede estacionar, la R-10 y R-6 para prevenir la maniobra de girar en U y a la izquierda respectivamente, la R-52 para regular el uso de la

vía para carga y descarga en horarios restringidos y la P-48A para indicar el paso de peatones.

Ejemplo de señalización horizontal propuesta

Figura 39.

Marcas en pavimentos: líneas de carriles.

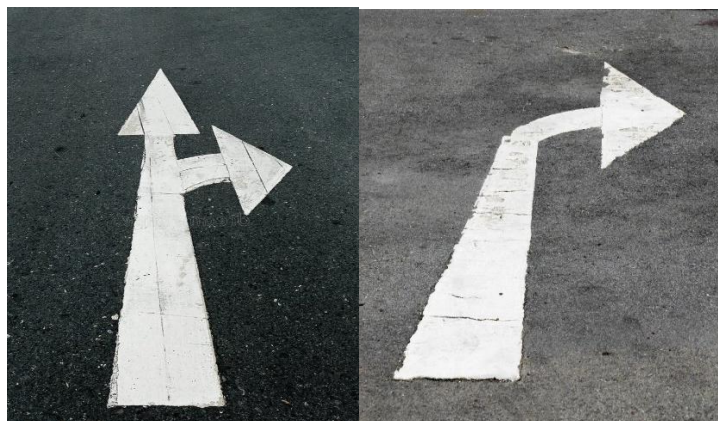


Nota. Representación de las líneas de carril propuestas para mejorar la organización del flujo vehicular en el Óvalo Binacional (2025).

La figura 39 muestra la presencia de marcas en el pavimento correspondientes a líneas de carril, cuya función es delimitar la trayectoria vehicular y orientar a los conductores durante su desplazamiento.

Figura 40.

Marcas en pavimentos: Flechas direccionales



Nota. Representación de las flechas direccionales propuestas para guiar las maniobras vehiculares en el Óvalo Binacional (2025).

La figura 40 muestra las flechas direccionales demarcadas en el pavimento, cuya función es guiar el sentido de circulación vehicular dentro del Óvalo Binacional.

Figura 41.

Marcas en pavimentos: Paso de cebra

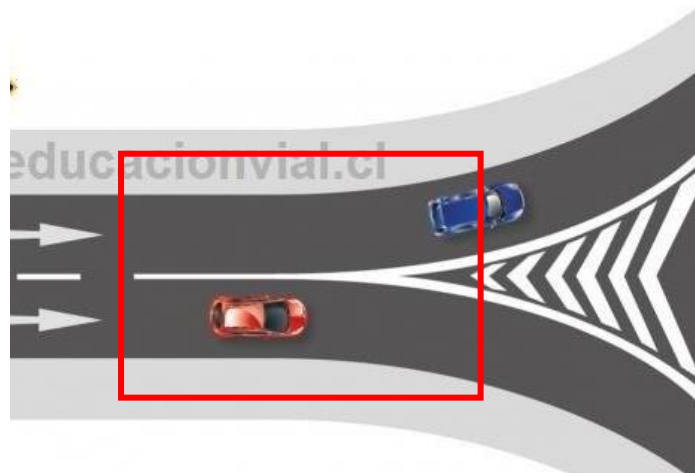


Nota. Representación del paso peatonal (cebra) propuesto para mejorar la seguridad de los usuarios en el Óvalo Binacional (2025).

La figura 41 muestra la demarcación de un paso de cebra en el Óvalo Binacional, destinada a orientar el cruce seguro de peatones.

Figura 42.

Marcas en pavimentos: Áreas neutras canalizadoras - Bifurcación



Nota. Representación de las áreas neutras canalizadoras para la bifurcación de carriles y orientación del flujo vehicular en el Óvalo Binacional (2025).

La figura 42 muestra las áreas neutras canalizadoras demarcadas en el pavimento en la zona de bifurcación del Óvalo Binacional, cuyo propósito es orientar la separación de flujos y prevenir invasiones de carril.

Ejemplo de señalización Vertical propuesta

Figura 43.

Señales preventivas y reguladoras de tránsito normados por el MTC-2018



Nota. Señales preventivas y reguladoras de tránsito implementadas según la normativa MTC-2018 en el Óvalo Binacional (2024).

La figura 43 muestra las señales preventivas y reguladoras de tránsito instaladas en el modelo de simulación elaborado en VISSIM para el Óvalo Binacional, las cuales fueron incorporadas en concordancia con la normativa del MTC-2018

Tabla 12.*Comparación de alternativas según criterios operativos y de factibilidad*

Alternativa	Efecto en fluidez vehicular	Seguridad vial	Costo estimado	Viabilidad
Eliminación de giros conflictivos	Alta	Alta	Bajo	Alta
Prohibición de estacionamientos	Muy alta	Alta	Medio	Alta
Señalización horizontal y vertical	Media	Alta	Bajo	Muy alta

Nota. Comparación de las alternativas de solución considerando criterios operativos y de factibilidad, basada en los resultados de la simulación en PTV Vissim v24.

La tabla 12 presenta la comparación de las alternativas evaluadas según criterios operativos y de factibilidad. Esta comparación permite identificar las diferencias de desempeño entre cada propuesta y determinar cuál ofrece el mayor beneficio en relación con su complejidad y costo de ejecución.

De la evaluación se concluye que alternativas (eliminación de giros conflictivos, prohibición de estacionamientos y señalización integral) presentan una aceptable relación beneficio–costo y pueden implementarse de manera conjunta.

Es oportuno señalar, que, en el caso del flujo peatonal, la máxima cantidad registrada fue de 86 peatones, siendo estos en la hora pico (12:00 – 1:00 pm), lo que indica que el flujo peatonal no incide significativamente en la dinámica del tránsito, razón por el que no fue necesario modelar su comportamiento. Ver en anexo C.

3.5. Formulación de una propuesta para el mejoramiento del tránsito vehicular en el Óvalo Binacional.

Con base en los resultados obtenidos del diagnóstico y del análisis de las alternativas técnicas, se formuló una propuesta integral orientada a mejorar la operatividad del tránsito vehicular en el Óvalo Binacional, Provincia de Jaén.

La propuesta se estructuró agrupando las medidas que demostraron mayor eficacia en la reducción de interferencias, incremento de la capacidad vial y optimización del flujo vehicular de las alternativas analizadas. En la figura 41, se aprecia la vista en planta de la propuesta final, la cual comprendió tres componentes principales:

1. **Eliminación de giros conflictivos.**

Se restringieron los siguientes giros:

- El giro 13, proveniente de la calle Villanueva Pinillos hacia la Av. Pakamuros (norte).
- El giro 21, desde la Av. Pakamuros (sentido sur–norte) hacia Villanueva Pinillos.

2. **Eliminación de estacionamientos informales**

Se prohibieron los estacionamientos en ambos lados de la Av. Villanueva Pinillos, así como el estacionamiento en la Av. Pakamuros cdra. 20.

3. **Implementación de señalización horizontal y vertical.**

Se implementaron las señalizaciones en el pavimento tales como líneas de carril, flechas de giro, pasos peatonales, así como carteles que indiquen las restricciones para estacionamientos y giros.

En el anexo L, se presenta el plano en planta del Óvalo del Parque Binacional correspondiente a la propuesta de mejora planteada. El plano permite visualizar de manera clara la configuración final del diseño propuesto, evidenciando cómo las modificaciones planteadas contribuyen a reducir conflictos, mejorar la fluidez y ordenar los movimientos dentro del óvalo. Esta vista constituye un elemento clave para comprender la solución planteada y su impacto en el funcionamiento del área de estudio.

- **Indicadores de evaluación**

Para la comparación entre escenarios, se analizaron los siguientes indicadores de desempeño operacional:

- Velocidad Promedio
- Demoras relativas
- Volúmenes
- Longitudes de cola
- Nivel de servicio

Estos indicadores se obtuvieron directamente de los resultados de la simulación del escenario proyecto con el software PTV Vissim.

Figura 44

Velocidades estimadas en las vías de la Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos con la propuesta de mejora



Nota. Velocidades estimadas en las vías de la Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos según la propuesta de mejora implementada en el modelo de simulación en PTV Vissim v24.

La figura 44 muestra el desarrollo de velocidad promedio de los vehículos en la red para el modelo proyecto, mostrando el impacto en las velocidades de la Av. Pakamuros en ambos sentidos, manteniéndose constante en su mayoría, esto debido a la reestructuración de los giros conflictivos, observando un resultado positivo en dicho indicador.

Figura 45.

Demoras relativas en las Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos con la propuesta de mejora



Nota. Demoras relativas estimadas en las vías de la Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos según la propuesta de mejora en el modelo de simulación en PTV Vissim v24.

En la figura 45 se muestra las demoras relativas como combinación de interacción conductor-conductor, así como interacción conductor–infraestructura así como demoras asociadas a detenciones; se observa que existe una mejora sustancial en las demoras relativa en la red, especialmente en la vía Pakamuros.

Figura 46.

Relación entre volumen y demoras por ejes viales con la propuesta de mejora



Nota. Relación entre el volumen vehicular y las demoras por ejes viales según la propuesta de mejora implementada en el modelo de simulación en PTV Vissim v24.

En la figura 46 se muestra los volúmenes por ejes viales, identificando que el flujo vehicular en la red mantiene una relación equilibrada entre volumen y demora, validando la funcionalidad de la propuesta: las demoras registradas son bajas ($\approx 2\%$) y coherentes con el tipo de vía.

Figura 47.

Longitudes máximas de colas de las vías Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos con la propuesta de mejora



Nota. Longitudes máximas de cola estimadas en las vías Av. Pakamuros y Villanueva Pinillos según la propuesta de mejora en el modelo de simulación en PTV Vissim v24.

En la Figura 47 se presentaron las longitudes máximas de cola obtenidas para la situación propuesta. Se observó que, tras la reestructuración de los giros conflictivos, el acceso correspondiente a la Av. Pakamuros no registró formación de colas, evidenciándose una reducción del 100% respecto al escenario base. De manera similar, se muestra en los demás accesos los cuales se muestra una notable reducción de cola.

Figura 48.

Nivel de servicio en los nodos en el escenario proyecto con la propuesta de mejora

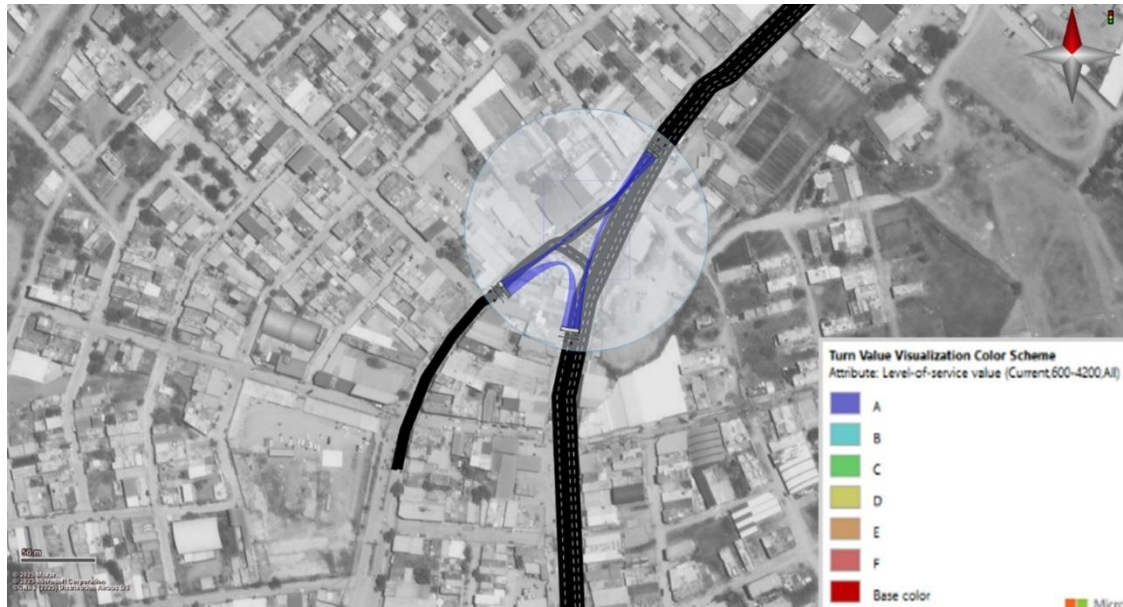


Nota. Nivel de servicio estimado en los nodos del Óvalo Binacional para el escenario proyecto con la propuesta de mejora en PTV Vissim v24.

En la Figura 48 se expone el nivel de servicio de la intersección para la alternativa propuesta. Se identificó un nivel de servicio “A”, mejorando respecto al nivel “B” obtenido en el escenario de la situación actual, producto de la reestructuración de los giros conflictivos.

Figura 49.

Nivel de servicio por movimiento en el área de estudio del escenario proyecto con la propuesta de mejora



Nota. Nivel de servicio por movimiento en el área de estudio del escenario proyecto según la propuesta de mejora implementada en PTV Vissim v24.

En la figura 49 se muestran los niveles de servicio por movimiento en cada intersección cabe resaltar que los movimientos conflictivos en la intersección disminuyeron notablemente los niveles de servicio de la situación actual, notando que todos los giros ahora son de nivel de servicio.

En el modelo de la propuesta de la presente investigación, las velocidades promedio en la Av. Pakamuros se mantuvieron constantes en ambos sentidos como indica en la figura 42. Según lo mostrado en la figura 43, las demoras relativas disminuyeron en toda la red, con mejoras notorias en la vía de la Av. Pakamuros; los volúmenes vehiculares, según la figura 44, mostraron equilibrio entre volumen y demoras cercanos al 2%; las longitudes máximas de cola se redujeron en todos los accesos, registrándose una eliminación total en el acceso de la Av. Pakamuros de acuerdo a la figura 45; y el nivel de servicio de la intersección alcanzó la categoría “A”, con todos los movimientos presentando el mismo nivel tal como lo muestra la figura 46 y 47.

Tabla 13.*Resumen de comparación del escenario actual y propuesta por indicadores*

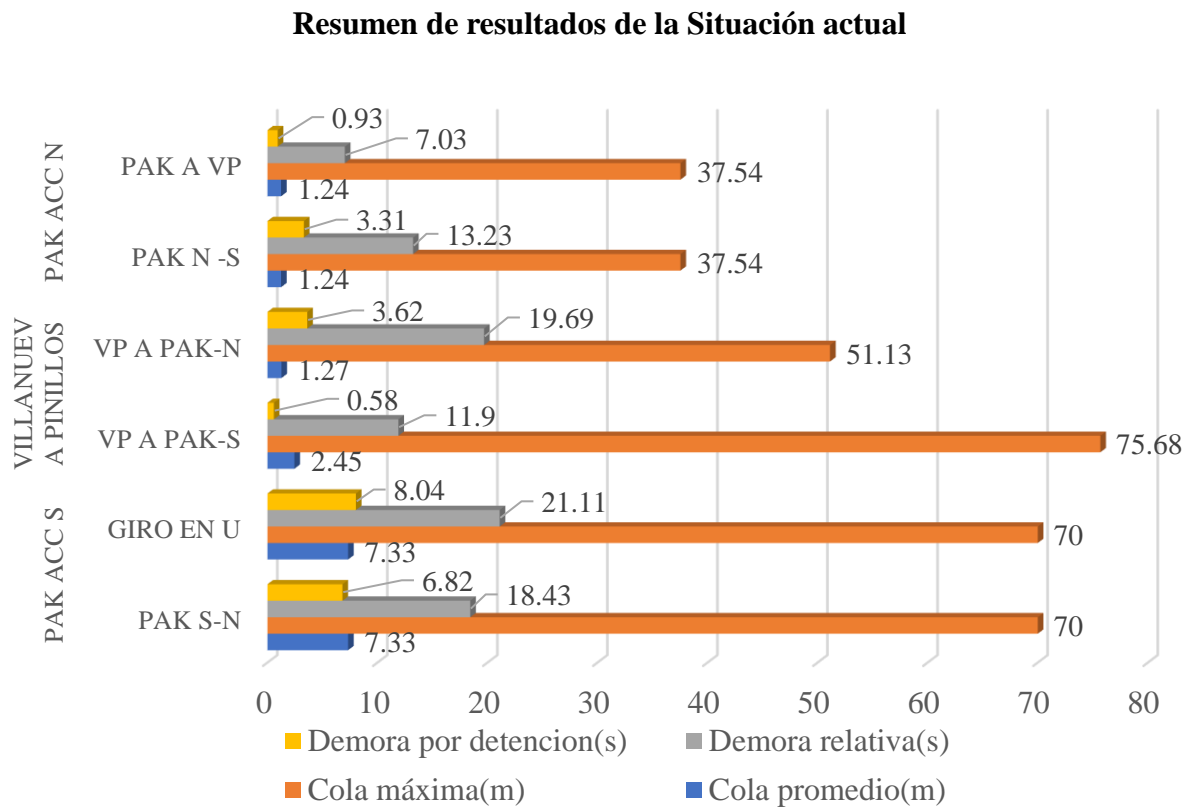
INDICADOR	ESCENARIO ACTUAL			PROPUESTA			VARIACION %		
	PAK			PAK			PAK		
	VP	N	PAK S	VP	N	PAK S	VP	PAK N	S
Velocidad									
Promedio (Km/h)	15	20	10 - 15	15	25-30	40 -50	0	+37.5	+260
Demoras relativas (s)	19.69 s	13.23 s	21.11 s	2.73 s	1.54 s	0.32 s	- 86.14	-88.36	-98.49
Demoras por detención (s)	3.62 s	3.31 s	8.04 s	0.48 s	0.01 s	0.0 s	- 86.74	-99.70	- 100.00
Longitudes de cola max (m)	75.68 m	37.54 m	70.00 m	13.51 m	4.75 m	0m	- 82.15	-87.35	-100.0
Nivel de servicio (por nodo)	C	B	C	A	A	A		A	

Nota. Comparación de los indicadores operacionales entre el escenario actual y la propuesta de mejora, basada en los resultados de la simulación en PTV Vissim v24

La tabla 13 muestra una comparación entre el escenario actual y la propuesta de mejora en el Óvalo Binacional, evidenciando cambios significativos en los indicadores operacionales. Se observa que la velocidad promedio aumenta en las vías PAK N y PAK S, mientras que en VP se mantiene estable. Las demoras relativas y las demoras por detención presentan reducciones drásticas en todas las vías, lo que indica una mejora notable en la fluidez vehicular. Asimismo, las longitudes máximas de cola disminuyen de manera considerable, llegando incluso a eliminarse en la vía PAK S, lo cual refleja la efectividad de la propuesta para mitigar la congestión. Finalmente, el nivel de servicio mejora de categorías B-C en el escenario actual a nivel A en todas las aproximaciones con la propuesta,

Figura 50.

Gráfica de resumen de resultados de la simulación de la situación actual.

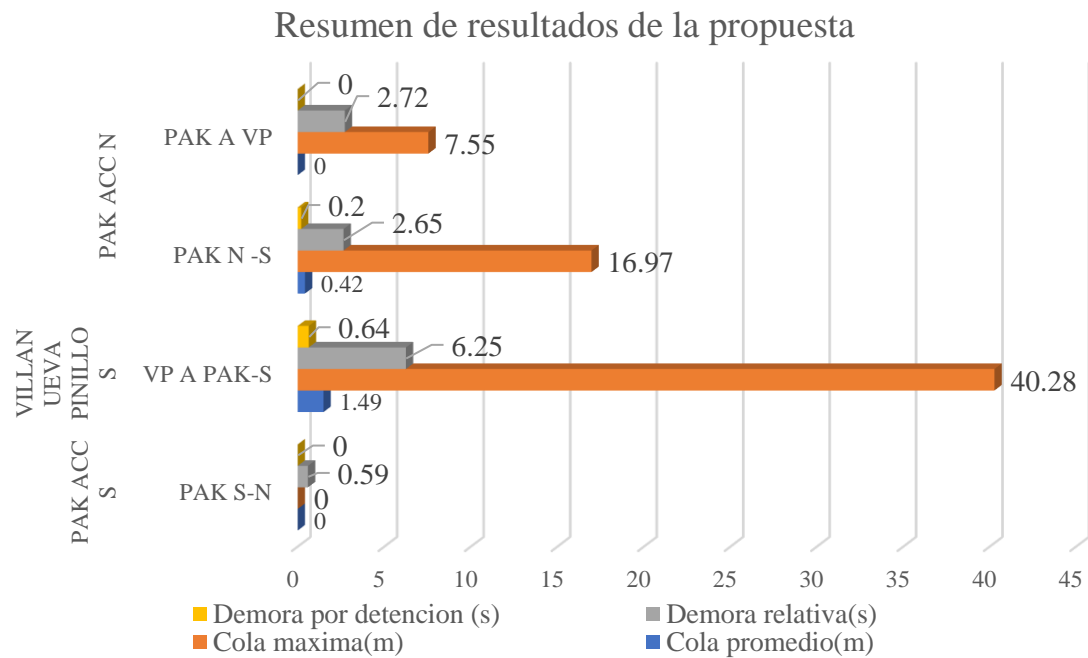


Nota: Elaboración propia

La gráfica 50 muestra que, en la situación actual, varias aproximaciones del Óvalo Binacional presentan colas máximas muy elevadas, superando en algunos casos los 70 m, junto con altas demoras relativas y por detención, especialmente en los movimientos VP-PAK S y PAK S-N. Estos resultados evidencian un nivel de servicio deficiente, marcado por congestión, tiempos de espera prolongados y un flujo vehicular poco eficiente

Figura 51.

Gráfica de resumen de resultados de la simulación de la propuesta de mejora.

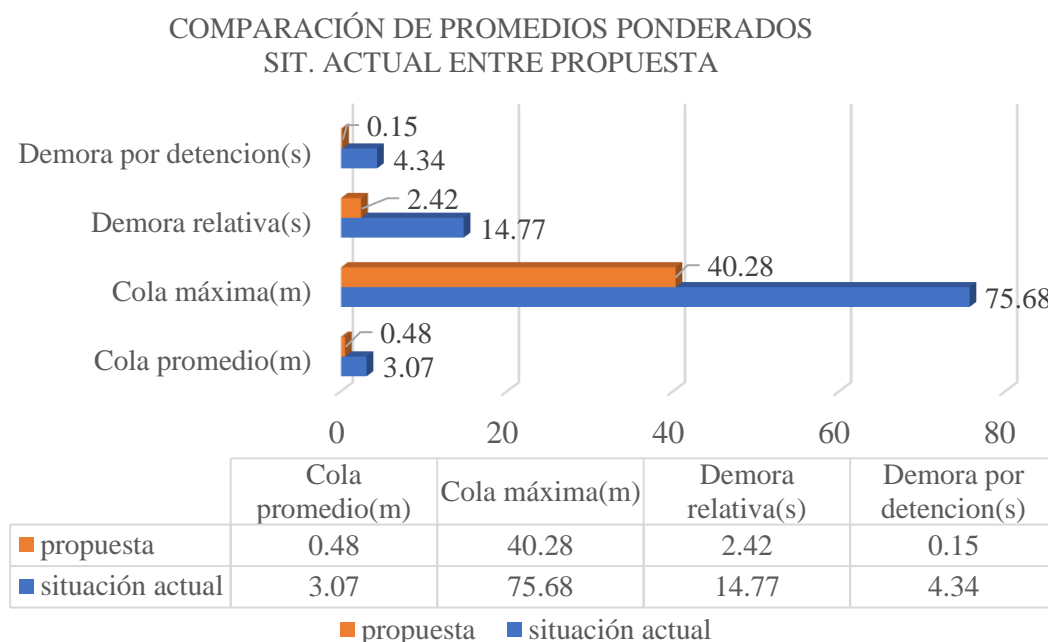


Nota: Elaboración propia

La gráfica 51 muestra el comportamiento operativo del Óvalo Binacional bajo la propuesta de mejora, evidenciando una reducción significativa en las demoras, tanto relativas como por detención, en todas las aproximaciones evaluadas. Asimismo, se observa una disminución notable de las colas máximas y promedio, llegando incluso a valores cercanos a cero en algunos movimientos.

Figura 52.

Gráfica de comparación de resultados por nodo de la simulación entre situación actual y propuesta.



Nota: Elaboración propia

La gráfica 52 muestra la comparación de los promedios ponderados de los indicadores operativos entre la situación actual y la propuesta de mejora, evidenciando una reducción significativa en todos los parámetros evaluados. En la situación actual se registran altos valores de demora por detención (4.34 s), demora relativa (14.77 s), cola máxima (75.68 m) y cola promedio (3.07 m), lo que refleja condiciones de congestión considerable. En contraste, la propuesta de mejora reduce estos indicadores a valores sustancialmente menores: 0.15 s de demora por detención, 2.42 s de demora relativa, 40.28 m de cola máxima y 0.48 m de cola promedio.

La propuesta de mejora del Óvalo Binacional es sostenible porque atiende directamente la problemática identificada giros conflictivos, estacionamiento informal, tránsito mixto y falta de señalización, mediante intervenciones de bajo impacto y alta eficacia.

En el ámbito ambiental, la solución es benigna porque no requiere obras invasivas ni ampliación de infraestructura. Al mejorar la fluidez y reducir tiempos de detención, disminuyen el consumo de combustible y las emisiones contaminantes, generando un entorno más limpio y con menor ruido vehicular.

En el aspecto económico, la propuesta es viable al basarse en demarcación, señalización y ordenamiento, acciones de bajo costo que permiten mejorar significativamente la operación del tránsito. Además, la reducción de demoras beneficia a los usuarios mediante menores tiempos de viaje y menor gasto de combustible.

Desde la dimensión social, la intervención es aceptable porque facilita la comprensión del espacio vial, reduce tensiones entre usuarios, ordena el entorno y mejora la percepción de seguridad, favoreciendo la convivencia vial en la zona.

En cuanto a la seguridad vial, el análisis de puntos de conflicto evidencia una reducción de 12 a 5 conflictos, principalmente gracias a la eliminación de giros peligrosos y al ordenamiento de movimientos y señalización. Las simulaciones muestran una operación más uniforme, con menos maniobras riesgosas.

IV. DISCUSIÓN

El análisis de causales de congestión arrojó que las deficiencias del pavimento, los estacionamientos, así como los giros conflictivos fueron los que más influyen en esta problemática, a su vez la falta de señalización genera conflictos en las decisiones de los conductores que hasta entran en riesgo de ser partícipes de accidentes. De manera concordante con los hallazgos de la presente investigación, Apari y Olivas (2024) identificaron que las deficiencias en la infraestructura vial, la señalización y la gestión del tránsito constituyen factores determinantes en el desempeño operativo y la seguridad de una intersección urbana. Así mismo, Solórzano, F. (2025), identificó que los estacionamientos hacen que se pierdan las áreas óptimas de las calzadas, por lo consiguiente genera cuellos de botella que interrumpen el flujo libre de los vehículos. Por otro lado, Díaz y Horna (2022) identificaron que determinados giros vehiculares, especialmente aquellos asociados a movimientos incompatibles, generan conflictos significativos en el tránsito, afectando la fluidez y la seguridad vial. Dichos conflictos incrementan las demoras, favorecen la formación de colas y deterioran el desempeño operativo de la intersección, los resultados refuerzan que la falta de señalización adecuada, los giros conflictivos y las condiciones geométricas deficientes no solo incrementan la accidentalidad, sino que también generan conflictos y congestión, lo cual respalda la necesidad de intervenciones orientadas a la optimización del espacio vial y la organización del flujo vehicular.

El nivel de servicio promedio obtenido en la simulación del óvalo Binacional fue “B”, lo que representa una operación estable del flujo vehicular, con velocidades cercanas a las deseadas y un bajo grado de congestión. No obstante, en los accesos correspondientes a la avenida Pakamuros, especialmente en el sentido Sur–Norte, el nivel de servicio disminuyó a “C”, acompañado de una demora relativa de 18.43 s y una demora por detención de 6.82 s, lo que evidencia la presencia de condiciones de fricción moderada. Este comportamiento se relaciona principalmente con la existencia de giros conflictivos, en particular el giro en U (Pakamuros hacia Villanueva Pinillos) y el movimiento de Villanueva Pinillos hacia Pakamuros (Norte), los cuales registraron niveles de servicio “C” y colas promedio de 7.33 m y 1.27 m, respectivamente. Estos resultados contrastan con los reportados por Facundo (2023), quien, al aplicar la metodología HCM (2010) en una avenida semaforizada, obtuvo niveles de servicio “D”, caracterizados por una alta saturación y demoras superiores a 20 s/vehículo. De manera

similar, Abanto (2020), al evaluar intersecciones de una plazuela en Cajamarca mediante PTV Vissim 9.0, obtuvo un nivel de servicio F y demoras superiores a 100 s/veh. Asimismo, Morón y Ramos (2023) modelaron una intersección semaforizada con Synchro 8.0 y determinaron un nivel de servicio “E” en la situación actual, con una demora promedio de 59.5 s y una relación volumen/capacidad de 1.23, lo que evidencia un funcionamiento crítico y un estado de congestión pronunciado. Si bien los contextos difieren debido a la presencia de control semafórico en los estudios mencionados, los tres autores coinciden en que la capacidad vial limitada, la geometría reducida y los altos volúmenes vehiculares constituyen factores determinantes en la disminución del nivel de servicio. Esta afirmación concuerda con lo señalado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2021), indica que elementos como la reducción de carriles, las rampas de ingreso o salida, las pendientes y el deterioro del pavimento introducen interrupciones que afectan la continuidad del flujo y reducen la capacidad vial efectiva. En el caso del óvalo Binacional, la menor afectación puede atribuirse a la ausencia de semáforos, lo cual reduce los tiempos de detención y favorece una circulación más continua; sin embargo, la presencia de movimientos conflictivos y vehículos estacionados en calzada limita la eficiencia operativa. En conjunto, los resultados evidencian que, aun sin control semafórico, la capacidad del sistema está condicionada principalmente por las características geométricas y el comportamiento vehicular más que por la regulación del tránsito, lo que explica el mejor desempeño del óvalo Binacional en comparación con intersecciones semaforizadas evaluadas en estudios previos.

La propuesta para el óvalo Binacional consistió en prohibir los estacionamientos en calzada en los accesos de la avenida Villanueva Pinillos (S–N), restringir los estacionamientos por horas para carga y descarga en la vía Pakamuros (N–S), suprimir giros conflictivos —como el giro en U y el movimiento de Villanueva Pinillos hacia Pakamuros— e incorporar señalización horizontal y vertical. En relación con la restricción horaria para carga y descarga, diversos estudios sobre entregas de mercancías fuera de las horas punta evidencian beneficios significativos para la gestión del tránsito urbano. Facundo (2023) propuso la restricción de estacionamientos de vehículos menores en las vías estudiadas para abarcar todo el ancho efectivo de los carriles de la Av. Mariscal Castilla, así como también indicó la importancia de la señalización en la calzada para evitar maniobras peligrosas por conductores y tener una visión del espacio más clara. Por otro lado, El BID (2021) señala que el diseño inadecuado o la falta de mantenimiento de

la infraestructura vial propician congestiones que podrían evitarse, debido principalmente a la inexistencia de señalización horizontal y vertical, cambios inesperados en la configuración de carriles y el deterioro del pavimento, condiciones que afectan negativamente la capacidad operativa de la vía. En el caso del óvalo Binacional, las medidas propuestas permitieron optimizar el uso de la calzada, reduciendo la demora relativa promedio a 2.42 s, la demora por detención a 0.15 s y las colas a valores menores de 1 m, evidenciando una mejora sustancial en la fluidez vehicular. Resultados comparables fueron obtenidos por Díaz y Horna (2022), quienes, mediante PTV Vissim, lograron incrementar la velocidad operacional en la intersección Francisco Orellana – Luna Pizarro, aunque con un aumento del tiempo de viaje debido al control semafórico y a su vez propusieron la restricción de giro a la izquierda para vehículos pesados. Asimismo, Morón y Ramos (2023) demostraron que la reorganización del estacionamiento fue la alternativa más eficiente para mejorar el nivel de servicio en la intersección Sacsayhuamán – Villanueva Pinillos. En conjunto, la comparación de estos estudios confirma que la eliminación de giros conflictivos, la gestión del espacio vial y la adecuación geométrica resultan más determinantes para la eficiencia operativa que el tipo de control del tránsito implementado, destacando el desempeño del óvalo Binacional al mantener un flujo continuo sin dependencia de la semaforización.

La evaluación de alternativas en el Óvalo Binacional demostró que la eliminación de giros conflictivos fue la medida más efectiva para reducir las demoras y fricciones del tránsito, en comparación con la eliminación de estacionamientos —cuyo impacto fue moderado— y la señalización, cuyo aporte se orientó principalmente al ordenamiento y la seguridad vial; este comportamiento coincide con lo reportado por Acuña Supo (2023), quien mediante microsimulación en PTV VISSIM evidenció que las intervenciones de carácter geométrico, como la reducción de carriles, la incorporación de islas peatonales y el rediseño semafórico, generan mejoras significativas en los tiempos vehiculares y peatonales sin afectar negativamente la operación del sistema, demostrando que las soluciones físicas producen efectos sustanciales en el desempeño del tránsito. De manera complementaria, Fernández Quispe (2024), en su estudio sobre la determinación y mejora del nivel de servicio del Jr. Amazonas en la ciudad de Huancayo, empleó microsimulación en PTV VISSIM para evaluar distintos mecanismos de control de tránsito, evidenciando que la aplicación de propuestas combinadas, como modificaciones semafóricas, desvíos estratégicos y adecuaciones en puntos de conflicto, permitió mejorar el nivel de servicio

desde condiciones críticas de tipo F hasta niveles C y D, confirmando que las intervenciones que actúan directamente sobre los conflictos operacionales del flujo vehicular generan mejoras superiores frente a medidas aisladas de control; en ese sentido, Arana y Serván (2023), también concluyeron que la implementación de mejoras geométricas y ajustes en la semaforización optimiza el flujo vehicular y peatonal, reduciendo los tiempos de viaje, lo que valida que las soluciones estructurales producen impactos más significativos en el nivel de servicio, mientras que las medidas complementarias fortalecen la seguridad y el orden del tránsito sin sustituir el efecto principal de dichas intervenciones.

La metodología empleada en el presente estudio, basada en microsimulación mediante PTV Vissim, permitió analizar con mayor detalle el desempeño operativo del óvalo Binacional al modelar de manera realista las interacciones vehículo-vehículo, y la influencia directa de maniobras conflictivas en los accesos. Este enfoque contrasta con los estudios desarrollados por Paucara (2023), Morón y Ramos (2023) y Díaz y Horna (2022), quienes aplicaron la metodología del Highway Capacity Manual (HCM 2010) a través de los softwares Synchro y PTV Vissim, los cuales operan bajo un modelo analítico determinista que evalúa la capacidad y el nivel de servicio a partir de ecuaciones predefinidas. En consecuencia, mientras Synchro ofrece una visión estandarizada de la operación, su capacidad para representar maniobras específicas como giros en U, puntos de entrecruzamiento o efectos de vehículos estacionados en calzada, es más limitada en comparación con una herramienta de micro simulación como lo es PTV Vissim que es perfecto para simulaciones detalladas de redes complejas y flujos multimodales. En el caso de Paucara (2023), el análisis se centró en intersecciones urbanas que evidenciaron altos niveles de congestión mediante Synchro. De manera similar, Morón y Ramos (2023) evaluaron la situación actual de la intersección Sacsayhuamán-Villanueva Pinillos bajo el marco HCM, obteniendo un nivel de servicio E determinado principalmente por la relación volumen/capacidad y las demoras teóricas, sin incorporar la variabilidad del comportamiento del conductor o la influencia directa de maniobras conflictivas. Por su parte, Díaz y Horna (2022) desarrollaron la modelación para la mejora de la intersección de las calles Luna Pizarro y Francisco Orellana, sustentando su evaluación en la optimización de la coordinación semafórica y la reorganización de los movimientos de giro, enfoque que resulta pertinente para corredores semaforizados. Asimismo, emplearon la misma herramienta (PTV Vissim) para proponer medidas orientadas a la mejora de las

condiciones de circulación peatonal. En contraste, la utilización de Vissim en el presente estudio permitió representar con mayor precisión los efectos de los giros en U, la invasión de la calzada por vehículos estacionados y la interacción entre diferentes tipos de vehículos, como mototaxis y motocicletas, que presentan patrones de circulación más agresivos. Esto permitió identificar que las principales restricciones operativas se originaban en los movimientos conflictivos y no únicamente en la capacidad geométrica, un aspecto que no habría sido detectado con la misma claridad mediante un análisis estrictamente analítico tipo HCM. En síntesis, las diferencias metodológicas evidencian que, si bien el enfoque HCM–Synchro es adecuado para intersecciones semaforizadas y análisis de capacidad bajo condiciones estables, la micro simulación resulta más precisa para entornos con alta variabilidad operacional, como el óvalo Binacional, permitiendo una comprensión más integral de la dinámica del tránsito y de los elementos que condicionan la eficiencia del sistema.

En conjunto, las discusiones realizadas permiten afirmar que el desempeño del óvalo Binacional está condicionado principalmente por sus características geométricas y por la presencia de maniobras conflictivas, factores que reducen el nivel de servicio incluso en ausencia de control semafórico. Las medidas propuestas basadas en la eliminación de estacionamientos en calzada, la supresión de giros conflictivos y la implementación de señalización demostraron ser eficaces para mejorar significativamente la fluidez vehicular, reduciendo demoras y optimizando el uso de la infraestructura existente. Finalmente, la comparación metodológica evidencia que, mientras los enfoques analíticos tipo HCM utilizados por otros autores permiten estimar niveles de servicio de manera estandarizada, la microsimulación con Vissim ofrece una representación más precisa de la dinámica operativa en intersecciones con alta variabilidad, como es el caso del óvalo Binacional. Esto confirma que la selección adecuada de herramientas y criterios metodológicos es clave para comprender el comportamiento real del tránsito y para plantear soluciones viables y efectivas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se modeló el tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional mediante el software PTV Vissim v24, permitiendo evaluar las condiciones operativas actuales y proyectadas. La simulación identificó las causas de congestión y los niveles de servicio, evidenciando una adecuada representación del flujo real y facilitando la optimización de la movilidad, la reducción de demoras y la mejora de la seguridad vial.

Se diagnosticó que el congestionamiento en el Óvalo Binacional se origina principalmente por una geometría vial inadecuada y la presencia de vehículos estacionados en la calzada, lo que reduce la capacidad de los accesos; además, existen giros conflictivos que interrumpen la fluidez del tránsito y generan demoras, a lo que se suma un pavimento deteriorado y un flujo peatonal reducido y desordenado.

Se determinó que el Óvalo Binacional presenta un nivel de servicio “B”, evidenciando un flujo estable con demoras moderadas. No obstante, se identificaron accesos con mayor demanda donde se redujo la velocidad y se generaron colas. Este análisis permitió establecer la eficiencia operativa actual del óvalo y fundamentar la evaluación de las alternativas de mejora propuestas.

Se evaluó alternativas para determinar la propuesta más adecuada, evidenciándose que la eliminación de estacionamientos en calzada generó mejoras parciales, con niveles de servicio “B-C” y reducciones moderadas de colas y demoras. La demarcación del pavimento mejoró la organización del flujo, manteniendo un nivel de servicio “B” y reduciendo conflictos. La eliminación de giros conflictivos fue la medida más efectiva, alcanzando nivel de servicio “A” y demoras menores a 8 s, optimizando significativamente la fluidez vehicular.

Se formuló la propuesta para el mejoramiento del tránsito vehicular en el Óvalo Binacional basada en la eliminación de giros conflictivos, la demarcación vial y la prohibición de estacionamientos en calzada, evidenció mejoras significativas respecto al escenario actual. La demora relativa promedio se redujo de 14.77 s a 2.42 s, la demora por retención de 4.34 s a 0.15 s y la longitud de cola de 3.07 m a 0.48 m, elevando el nivel de servicio de “B” a “A” y logrando una circulación más fluida sin necesidad de control semafórico.

5.2.Recomendaciones

En cuanto al modelamiento, se sugiere emplear reglas de prioridad en lugar de áreas de conflicto en intersecciones no semaforizadas, ya que, aunque su configuración es más compleja, ofrece una representación más exacta del comportamiento real de los conductores. De igual manera, se recomienda definir correctamente las rutas y porcentajes de giro desde los accesos principales, pues estos influyen directamente en la distribución del flujo dentro del óvalo.

También se debe considerar fundamental mantener y reforzar la señalización vertical y horizontal, ya que esta guía el comportamiento de los usuarios y mejora la seguridad vial. Además, la inclusión de infraestructura peatonal, como el puente peatonal propuesto, resulta esencial para garantizar la seguridad y la accesibilidad de los peatones, evitando interferencias con el flujo vehicular.

Por otro lado, durante las observaciones de campo, identificamos deficiencias en el pavimento y problemas de drenaje pluvial en la zona de estudio, los cuales afectan directamente el comportamiento del tránsito y la seguridad de los usuarios. Por ello, recomendamos que las autoridades locales consideren mejorar la superficie del pavimento y el sistema de drenaje urbano, especialmente en zonas de alta circulación como el óvalo Binacional, para asegurar condiciones adecuadas de operación durante todo el año.

Recomendamos a la Municipalidad Provincial de Jaén o a la entidad competente en materia de infraestructura vial, implementar tecnologías inclusivas en los principales ejes urbanos, tales como la instalación de puentes peatonales equipados con elevadores para personas con movilidad reducida o en silla de ruedas. Esta medida, que representaría una innovación dentro de la provincia, contribuiría a mejorar la seguridad y accesibilidad peatonal, especialmente en zonas cercanas a centros de salud, hospitales o instituciones públicas donde se requiere garantizar condiciones de tránsito seguras y equitativas para todos los usuarios.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, K. (2020), “Microsimulación de los desplazamientos peatonales y vehiculares utilizando los softwares Vissim 9.0 y Viswalk 9.0 en la plazuela Bolognesi de la ciudad de Cajamarca.” Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca. <https://hdl.handle.net/20.500.14074/3731>
- Alcalá, M. (2016). Micro simulación 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, San Miguel. <https://hdl.handle.net/20.500.12404/6685>
- Alcántara, M. (2018). Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de la avenida San Martín de Porres, ubicada entre la avenida Atahualpa y la avenida Argentina, aplicando la metodología del HCM 2000. (*Tesis de pregrado*). Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2001>
- Almea, J. & Valle, N. (2022). Estudio de tráfico y solución al congestionamiento vehicular ocasionado por el sistema de transporte público en la intersección Av. Fco. de Orellana y Calle José Alavedra en Guayaquil, Ecuador. (*Tesis de pregrado*). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayas. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5374>
- Álvarez, J. (2017). Micro-simulación intermodal en la ciudad del cusco empleando los softwares Vissim 8 y Viswalk 8. (*Tesis de pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, San Miguel. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13146>
- Fernández Quispe, R. (2025). Determinación y mejora del nivel de servicio del Jr. Amazonas, tramo Prolongación San Carlos y Av. Giráldez, Huancayo-2024 (*Tesis de licenciatura*). Universidad Continental. Huancayo. <https://repositorio.continental.edu.pe/item/de50dfcb-a123-4b95-b7de-a02a6f2f0a8e>

- Apari, J & Olivas, J. (2024), Análisis y propuesta de mejoramiento de la seguridad vial y reducción de los accidentes de tránsito en la intersección de las avenidas Chimpú Ocllo y Mariano Condorcanqui, Carabayllo, 2024. (*Tesis de pregrado*).UTP. Lima <https://hdl.handle.net/20.500.12867/12304>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). Congestión urbana en América Latina y el Caribe: Características, costos y mitigación. <http://dx.doi.org/10.18235/0003149>
- Güven, G. (2025). Telework-induced urban sprawl and traffic congestion: A social discount rate analysis. *European Transport Research Review*, 17(44). <https://etr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-025-00730-z>
- Ansari, S. A., Luqman, M., Zafar, A., & Ali, S. (2025). Enhanced urban traffic management using CCTV surveillance videos and multi-source data current state prediction and frequent episode mining. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2510.09644>
- Belloti, M. (2019). Vissim 8, uso y aplicación en una intersección urbana. (*Informe de prácticas profesionales*). Universidad nacional de Córdoba, Córdoba. <http://hdl.handle.net/11086/12702>
- Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J. (2018) Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones. 9a edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.
- Cardona, S. et. al (2020). Análisis de ordenamiento de la movilidad en el bulevar gastronómico de Milán, Manizales (Colombia). <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100301>
- Carrera, L. & Maldonado, E. (2019). Diagnóstico del estado actual de la intersección avenida ciudad de Cali con avenida La Esperanza con el uso del programa Vissim. (*Trabajo de grado*). Universidad católica de Colombia, Bogotá. <https://hdl.handle.net/10983/25936>

- Cerna, M. (2020). Microanálisis de los desplazamientos peatonales y vehiculares entre la av. Hoyos Rubio y la av. Andrés Zevallos, Cajamarca – 2020. (*Tesis de pregrado*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca. <https://hdl.handle.net/11537/25244>
- Correa, J. (2024) Evaluación del nivel de servicio y capacidad vehicular en la Avenida Mesones Muro de la ciudad de Jaén. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6815>
- Díaz, S. & Horna, P. (2022). Flujo vehicular y peatonal en la intersección de las calles Francisco Orellana y Luna Pizarro empleando el software PTV Vissim en la ciudad de Jaén – Cajamarca – 2022. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Jaén, Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/516>
- Facundo, J. (2023). Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular en la avenida mariscal castilla de la ciudad de Jaén- Cajamarca. (*Tesis de pregrado*), Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6270>
- Flores, L. (2024). Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología de la HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la Av. San Martín de Porres y Av. Héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca. (*Tesis de pregrado*), Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén. <https://repositorio.unc.edu.pe/hdl.handle.net/20.500.14074/6505>
- Flujo Vehicular por Unidades de Peaje - Julio 2022. (2022) Recuperado de website: <https://www.gob.pe/institucion/inei/informespublicaciones/3502062-flujo-vehicular-por-unidades-de-peaje-julio-2022>
- Gómez, J. (2017). Modelación y calibración de tránsito usando el software PTV VISSIM. Estudio de caso de una intersección vial en la ciudad de Guimarães,

- Portugal. (*Tesis de maestría*). Universidade do Minho, Braga.
<https://hdl.handle.net/1822/70681>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª Edición). México D.F: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.<https://www.rcrperu.com/cajamarca-problemas-de-transito-vehicular-se-debe-al-mal-diseno-vial-que-origina-perdidas-de-mas-de-100-millones-de-soles-al-ano/>
- Highway Capacity Manual [HCM]. (2010). Washington: TRB Transportation Research Board of the National Academies.
<https://www.nationalacademies.org/trb/transportation-research-board>
- INEI (JULIO 2022). *Flujo vehicular por unidades de peaje. Recuperado de* <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-flujo-vehicular-jul-2022.pdf>
- Leonardo, R. (2017). Análisis del nivel de serviciabilidad de las intersecciones semaforizada de la avenida Villanueva Pinillos y modelado con Synchro 8.0 – Jaén – 2016. (*Tesis de pregrado*), Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1061>
- Moron, Y. & Ramos, H. (2023). Análisis vial para mejorar el nivel de servicio en la intersección de la calle Sacsayhuaman y avenida Villanueva Pinillos, mediante el software Synchro 8.0 en la ciudad de Jaén - Cajamarca – 2023 (*Tesis de pregrado*), Universidad Nacional de Jaén, Jaén.
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/651>
- MERINO, A. M. (2013). Plan de desarrollo urbano 2013-2025. Jaén: mpj
- MTC (2016). Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.
- Nuñez, C. & Villanueva, C. (2014). Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco.

- (*Tesis de pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Santiago de Surco.
- Otero, L. (2015). Alternativa de solución vial a la intersección de las av. a. Cáceres y av. Ramón Múgica, Piura. (*Tesis de pregrado*). Universidad de Piura, Piura. <http://hdl.handle.net/10757/550124>
- Paucara, M. et. Al (2023). Utilización de la Microsimulación para el estudio de tráfico vehicular en vías urbanas. *investigación & desarrollo*. <https://doi.org/10.23881/idupbo.023.1-5i>
- PTV GROUP.(2021). Obtenido de <https://blog.ptvgroup.com/es/ciudad-y-movilidad/simulacion-de-trafico>
- Red de Comunicación Regional. (2023). Cajamarca: problemas de tránsito vehicular se debe al mal diseño vial que origina pérdidas de más de 100 millones de soles al año. Recuperado de <https://www.rcrperu.com/cajamarca-problemas-de-transito-vehicular-se-debe-al-mal-diseno-vial-que-origina-perdidas-de-mas-de-100-millones-de-soles-al-ano/>
- Redacción EC. (2023, March 6). Flujo vehicular en Perú cerró el 2022 con un avance del 5,5%: ¿por qué es positivo? Recuperado en Julio 11, 2023, de El Comercio Perú website: <https://elcomercio.pe/ruedas-tuercas/automotriz/autos-flujo-vehicular-en-peru-cerro-el-2022-con-un-avance-del-55-por-que-es-positivo-vehiculos-automoviles-peru-espana-mexico-estados-unidos-noticia/?ref=ecr>
- Regalado, Y. (2021). Evaluar el nivel de serviciabilidad del jr. miguel iglesias de la ciudad de Cajamarca – 2019. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4170>
- Rodriguez, Z. (2020). Análisis del tráfico y propuesta de mejora en la intersección de mejora en la Av. Arnaldo Márquez y la calle Nazca en la ciudad de Lima. . (*Tesis*

- de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
<https://tesis.pucp.edu.pe/items/c1b8c586-fa0d-4ccd-a083-5cefebff66a5>
- SN (2022, August 16). ¿Cuál es el problema vehicular en Mexico? Recuperado de
 website:https://tus-consejos.com/cual-es-el-problema-vehicular-en-mexico/#%C2%BFCuáles_son_las_causas_del_trafico_vehicular
- Solano,J.(2018). Implementación de señalización de tránsito para la prevención de accidentes en las Avenidas Mesones Muro y Pakamuros de la ciudad de Jaén. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1839>
- Solórzano, F. (2025). Solórzano, F. (2025)."Análisis del desplazamiento vehicular en la Av. 28 de Julio tramo av. Vasco Nuñez de Balboa – Av. Paseo de la República, distrito de Miraflores – Lima" (*Trabajo de suficiencia profesional*). Universidad Nacional Federico Villareal. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/10992>
- Tamayo y Tamayo, M. (2006). Técnicas de Investigación. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Lynch, K. (2008). La imagen de la ciudad (E. L. Revol, Trad.). Editorial Gustavo Gili. (Obra original publicada en 1960)
- Manzano-Cuenca, D. G. (2025). Movilidad urbana, cohesión social, equidad y calidad de vida en Guayaquil: una revisión sistemática. YUYAY: Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas,
<https://doi.org/10.59343/yuyay.v5i1.120>
- Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2008). *Modelos de transporte* (Á. Ibeas Portilla & L. Dell’Olio, Trad.). Universidad de Cantabria.
- Hall, P. (2000). Planificación y gestión de la ciudad para la sociedad emergente. *Urban*, (4), 14–30. <https://polired.upm.es/index.php/urban/article/view/294/295>

- Urbina, C. & Torres, A. (2018). Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la av. Bolognesi y la av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna. (*Tesis de pregrado*). Universidad privada de Tacna, Pocolay. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/543>
- Vásquez, V (2022). Determinación del nivel de servicio y modelamiento con PTV Vissim 21 caso: Jirón los sauces - Manuel Seoane entre la prolongación Tayabamba hasta la avenida vía de evitamiento norte en Cajamarca. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5396>
- Vega, E. (2024). Análisis de tránsito en el Óvalo Nuevo Horizonte utilizando el software synchro 8.0, Jaén 2023. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Jaén, Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/673>
- Vera José et al. (2021). Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador. (*Artículo*). Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología (RIEMAT), Manabí. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/4287>
- Granja, D. y Aguirre, E. (2021). Estudio de tráfico para evaluar y determinar la incidencia en el descongestionamiento en las vías urbanas que componen la ruta e-35 (Cristóbal de Troya-Obispo Jesús Yeroivi y Av. Fray Vacas Galindo) post apertura del nuevo anillo vial de la ciudad de Ibarra [Tesis para optar título profesional. Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Católica del Ecuador <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/20197>
- Choez Pilay, J. G. (2022). "Análisis del nivel de servicio, identificando el estado actual de la calle chimborazo tramo Juan Montalvo hasta cotopaxi cantón jipijapa". Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Huatay, A., & Llanos, S. (2021). Nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio, comprendida entre las intersecciones del cruce del aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021. [Tesis de Investigación]: Universidad Privada del Norte.

Mamani Quispe, M. A., & Ramos Colque, L. W. (2018). Evaluación del sistema de transporte en el centro de puno y alternativas de solución a la planificación vial aplicando softwares especializados, 2017. En Repositorio de Tesis - UNA PUNO. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9603>

Córdoba, G. (2024, June 7). Simulación de movilidad por agentes para tod@s. Unica360.com. <https://www.unica360.com/simulacion-movilidad-agentes-para-todos>

Wiedemann, R. (1974). Simulation des Straßenverkehrsflusses (Traffic Flow Simulations). Publication series of the Institute for Traffic.

Acuña Supo, S. M. (2023). Optimización del flujo vehicular y mejora del servicio peatonal en la intersección vial de Jirón Vilcabamba y Jirón Machupicchu en la ciudad de Quillabamba2022. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. https://tesis.pucp.edu.pe/items/ae2d9350-ff5f-44f7-940d-da37bd8323df?utm_source

Arana Mori, H. E., & Serván Santillán, E. R. (2023). Evaluación y planteamiento de mejora peatonal y vehicular en las intersecciones del Jr. Grau y Ayacucho en la ciudad de Chachapoyas. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. https://tesis.pucp.edu.pe/items/c70de5d0-f355-43b3-8fff-3c3b11b5a200?utm_source

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios, por guiarnos en cada paso de este camino académico, brindándonos salud, fortaleza y sabiduría para culminar satisfactoriamente este proyecto. Sin su amparo y bendición, este logro no habría sido posible.

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Jaén, por habernos acogido y formado profesionalmente, proporcionándonos no solo conocimientos técnicos, sino también valores éticos y humanos que marcarán nuestra vida profesional.

Nuestro sincero reconocimiento al Dr. Manuel Emilio Milla Pino, asesor de tesis, por su orientación, paciencia y dedicación en cada etapa del trabajo. Su experiencia y compromiso fueron pilares fundamentales para el desarrollo de nuestra investigación.

De igual manera, extendimos nuestro agradecimiento a los miembros del jurado, quienes, con sus observaciones, críticas constructivas y sugerencias, contribuyeron significativamente al perfeccionamiento de este estudio.

Agradecemos también a la empresa PTV Vissim, por la herramienta de simulación que hizo posible analizar de manera precisa y detallada el comportamiento del tráfico vehicular y peatonal en nuestra zona de estudio.

A nuestros amigos, quienes nos brindaron su apoyo constante, motivación y compañía durante todo el proceso.

DEDICATORIA

A nuestros padres y abuelos, pilares fundamentales en nuestra formación personal y profesional. Gracias por su amor incondicional, sus enseñanzas, sacrificios y oraciones constantes.

A Dios, por guiarnos con su luz en cada decisión, darnos fortaleza en los momentos de incertidumbre y permitirnos culminar con éxito una de las metas más importantes de nuestras vidas.

A nuestros amigos, quienes nos acompañaron en los momentos difíciles, brindándonos su apoyo, comprensión y alegría. Gracias por compartir con nosotros risas, desvelos y palabras de aliento que hicieron más llevadero este camino.

Y finalmente, a nosotros mismos, por no rendirnos, por mantenernos firmes ante los desafíos y creer en nuestras capacidades. Por las horas de dedicación, el esfuerzo constante y la determinación de alcanzar nuestras metas. Este trabajo representa no solo el cierre de una etapa académica, sino también el inicio de un nuevo camino lleno de aprendizajes y experiencias que llevaremos con orgullo.

ANEXOS

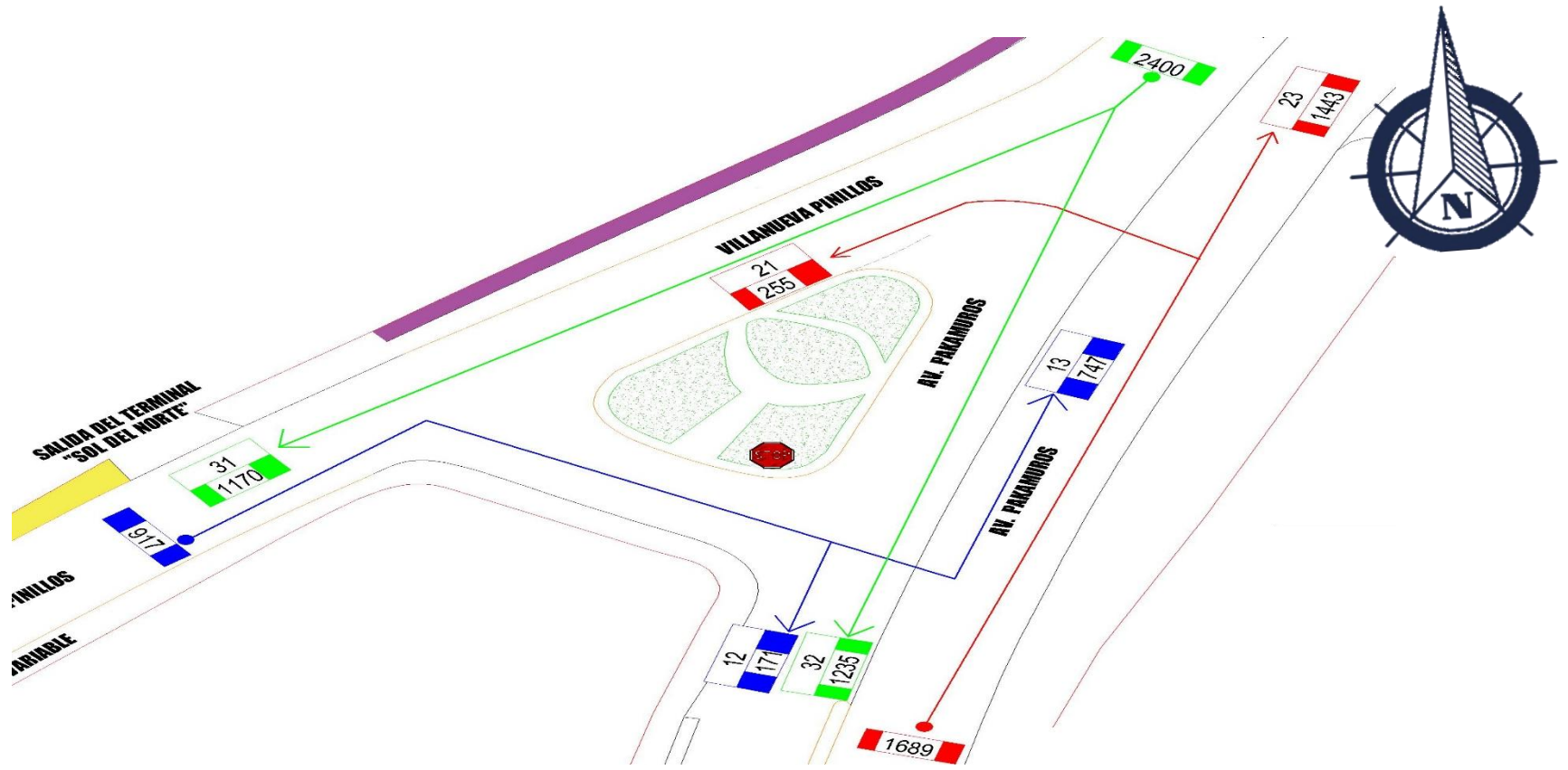
Anexo A:

Matriz de Consistencia

OBJETIVOS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA Y/O INSTRUMENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Diagnosticar causales de congestionamiento de tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional - Determinar el nivel de servicio actual del Óvalo Binacional mediante el software PTV Vissim. 	<p>_El modelamiento del tránsito vehicular y peatonal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vehicular - Peatonal 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de vehículos. - Cantidad de peatones. - Tiempo. - Carriles - Flujo vehicular. - Geometría de la infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> - Formato de conteo de vehículos - Observación directa - Formato de aforo - Equipos topográficos
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar alternativas para mejorar el tránsito vehicular y peatonal del Óvalo Binacional. - Formular una propuesta para el mejoramiento del tránsito vehicular en el Óvalo Binacional. 		<ul style="list-style-type: none"> - Descriptivo - Predicción 	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de tráfico - Predicción de congestión futura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Configuración de modelos en el software PTV Vissim

Anexo B

Flujograma vehicular de la situación actual



	PAKAMUROS N-S					PAKAMUROS S-N					VILL. PINILLOS				
	31	32	Total	31%	32%	21	23	Total	21%	23%	12	13	Total	12%	13%
MOTOTAXI	496	403	899	0.55	0.45	96	545	641	0.15	0.85	84	309	393	0.21	0.79
MOTO LINEAL	564	597	1161	0.49	0.51	116	659	775	0.15	0.85	35	369	404	0.09	0.91
MOTO FURGONETA	13	14	27	0.48	0.52	4	14	18	0.22	0.78	2	2	4	0.50	0.50
AUTO	37	14	51	0.73	0.27	0	33	33	0.00	1.00	2	26	28	0.07	0.93
MINIVAN	18	100	118	0.15	0.85	12	92	104	0.12	0.88	11	17	28	0.39	0.61
PICK UP	38	76	114	0.33	0.67	23	70	93	0.25	0.75	33	18	51	0.65	0.35
TRAILER 2E	3	27	30	0.10	0.90	4	21	25	0.16	0.84	4	5	9	0.44	0.56
TOTAL	1169	1231	2400			255	1434	1689			171	746	917		

Anexo C

Flujograma peatonal de situación actual

Anexo D

Resultados de la simulación de la situación actual

- Velocidad

A continuación se muestra el desarrollo de velocidad en la red para la situación actual, mostrando el impacto en las velocidades en la intersección principalmente en los giros, esto debido a la no existencia de una geometría adecuada para realizar dichas maniobras generándose áreas de conflicto entre los movimientos directos y dichos giros así mismo el impacto del mal estado del pavimento en uno de los accesos disminuye las velocidades deseadas por los conductores en dicho acceso, así mismo se observan en el acceso Pakamuros el efecto de onda de choque mostrando una disminución progresiva de la velocidad .



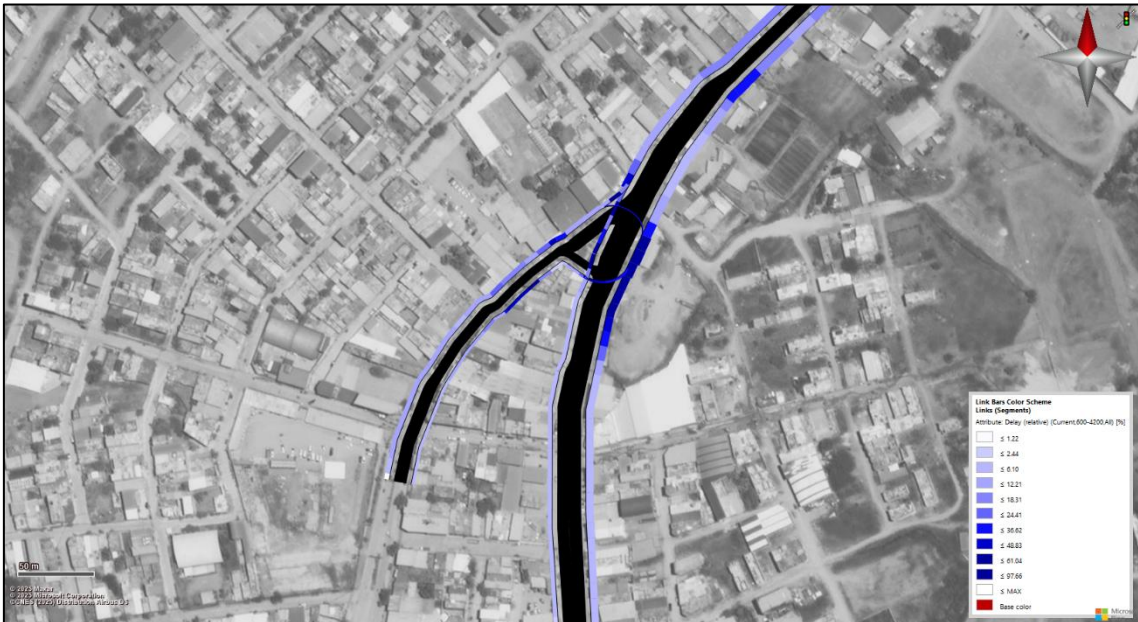
- Demora Relativa

A continuación, se muestra las demoras relativas como combinación de interacción conductor-conductor, así como interacción conductor – infraestructura así como demoras asociadas a detenciones; la demora por corredor presenta mayor impacto y disminución posiblemente por las detenciones debido a los giros en conflicto con los movimiento directos, evidenciando demoras considerables de casi el 93%.



- Volúmenes

A continuación, se muestra los volúmenes en función de los corredores identificando que a pesar que los giros representan pocos volúmenes comparados con los movimientos directos, las demoras relativas son mucho mayores dado el mal diseño geométrico de dichos giros.



- Longitudes de Cola

A continuación, se muestra las longitudes de colas máximas, observándose que la mayor longitud de cola formada es en los accesos basado en velocidades del orden de 10km/h y distanciamiento acorde a pelotones en dicho orden de magnitud, se observa el impacto espacial del orden de 70 m en la vía principal.



Anexo E:

Formato de conteo vehicular



Técnica de recolección de datos

INSTRUMENTO: Formato de conteo vehicular

Finalidad			
Tesis	MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025		
Tesista (s)	Bach. Ibañez Espinoza, Hamilton Joseph Bach. Román Fernández, Brayan Smith		
Intersección		Sentido	Fecha
Ubicación	Distrito	JAÉN	
	Provincia	JAÉN	
	Región	CAJAMARCA	

HORARIO DE CONTEO	MOTOTAXI	MOTO LINEAL	MOTO CARGUERO	AUTOS	MINIVAN	COMBI	PICK UP	OMNIBUS	TRAILER 2E	TRAILER 3E	MAQUINARIA PESADA	TOTAL X 1/4 DE HORA	SUMA HORARIA
6:30-6:45													
6:45-7:00													
7:00-7:15													
7:15-7:30													
07:30-7:45													
7:45-8:00													
12:00-12:15													
12:15-12:30													
12:30-12:45													
12:45-1:00													
1:00-1:15													
1:15-1:30													
5:30-5:45													
5:45-6:00													
6:00-6:15													
6:15-6:30													
6:30-6:45													
6:45-7:00													

Anexo F:

Rutas alternas para mitigar el impacto de la eliminación de giros

Vista en planta del trazo de la ruta alternativa para mitigar el impacto en el giro 13.



Vista en 3D del trazo de la ruta alternativa para mitigar el impacto en el giro 13.



Vista en planta del trazo de la ruta alternativa para mitigar el impacto en el giro 21.



Vista en 3D del trazo de la ruta alternativa para mitigar el impacto en el giro 13.- giro por la calle Fe y Alegría



Vista en 3D del trazo de la ruta alternativa para mitigar el impacto en el giro 13.- salida por la calle Rio Amazonas como referencia al semáforo.



Anexo G:

Formato de conteo peatonal



Técnica de recolección de datos

INSTRUMENTO: FORMATO DE CONTEO PEATONAL

Finalidad									
Tesis	MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025								
Tesista (s)	Bach. Ibañez Espinoza, Hamilton Joseph								
	Bach. Román Fernández, Brayan Smith								
Intersección							Fecha		
Ubicación	Distrito	JAÉN							
	Provincia	JAÉN							
	Región	CAJAMARCA							
HORARIO DE CONTEO	ACCESO PEATONAL								
		NORTE	TOTAL HORARIO	SUR	TOTAL HORARIO	ESTE	TOTAL HORARIO	OESTE	TOTAL HORARIO
TOTAL									

Anexo H:

Panel fotográfico

Evidencia de recolección de datos para la medición de longitud de estacionamientos



Evidencia de recolección de datos - medición de longitud para cálculo de velocidad



Evidencia de recolección de datos para la medición de velocidad – tiempo



Levantamiento topográfico de la Av. Pakamuros



Levantamiento topográfico del óvalo binacional



Levantamiento topográfico del óvalo binacional



Videograbación de la zona de estudio – Acceso Norte



Videograbación de la zona de estudio – Acceso Sur



Vuelo del dron para videograbaciones aéreas de la zona de estudio para ver el comportamiento del tránsito.



Vista panorámica del área de estudio.



Anexo I:

Calibración y validación del modelo

Comportamiento de conducción de (motocicleta, mototaxi) y tráiler

The screenshot shows a software interface for configuring driving behaviors. A table lists various behaviors with their parameters. The rows for 'Mototaxi' (number 9) and 'Tráiler' (number 10) are highlighted with a red box.

Número	Nombre	CantObjInterac	DistParadaEs...	DistParada	TipoModSegAuto...	W74bxAdd	W74bxMult	ReglaCambioCarril	PostLatDes	Adelitzq...	AdelDe...	CondDistLatP...	ParadDistLatP...
5	Cycle-Track (free overtaking)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Selección de carr... Derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		0.30	0.10
6	ACC free lane selection	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Selección de carr... Mitad del car...				1.00	0.20
7	ACC right-side rule	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Regla de carril le... Mitad del car...				1.00	0.20
8	ACC right-side rule (automated)	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Regla de carril le... Mitad del car...				1.00	0.20
9	Mototaxi	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	1.00	1.00	Selección de carr... Cualquiera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1.00	0.20
10	Tráiler	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	2.00	3.00	Selección de carr... Mitad del car...				1.00	0.20

Parámetros calibrados para motocicletas y mototaxis

The screenshot shows the configuration window for the 'Mototaxi' behavior. The 'Modelo de seguimiento de vehículo' is set to 'Wiedemann 74'. The parameters are as follows:

- Separación media en detención: 1.00 m
- Parte adicional de la distancia de seguridad: 1.00
- Parte multipl. de distancia de seguridad: 1.00

Below these parameters, there is a table for dependencies on the vehicle class of the vehicle ahead:

Número:	ClaseVeh	W74ax	W74bxAdd	W74bxMult	W99cc0	W99cc1Distr	AcelAument
No hay elementos en esta lista. Puede añadir nuevos elementos a través del menú contextual.							

Parámetros calibrados para motocicletas y mototaxis

Comportamiento de conducción

N.º: 9 Nombre: Mototaxi

Seguimiento Modelo de seguimiento de vehículo Cambio de carril Lateral Control de señales Conducción autónoma Errores del controlador

Posición deseada a flujo libre: Cualquiera

Observar carril(es) adyacente(s)

Columna en diamante

Considere el siguiente giro

Ganancia de tiempo de colisión: 2.00 s

Velocidad longitudinal mínima: 1.00 km/h

Tiempo entre cambios de dirección: 0 s

Comportamiento predeterminado durante el sobrepaso de vehículos en el mismo carril o en carriles adyacentes

Sobrepasar en el mismo carril Distancia lateral mínima

Adelantar izquierda (predeterminado) Distancia en parada: 0.20 m en 0 km/h

Adelantar derecha (predeterminado) Distancia al conducir: 1.00 m en 50 km/h

Excepciones para los vehículos que se adelantan de las siguientes clases de vehículos:

Número: 0	ClaseVeh	Adellzq	AdelDer	ParadDistLat	CondDistLat
No hay elementos en esta lista. Puede añadir nuevos elementos a través del menú contextual.					

Parámetros calibrados para vehículos tipo tráiler

Comportamiento de conducción

N.º: 10 Nombre: Trailer

Seguimiento Modelo de seguimiento de vehículo Cambio de carril Lateral Control de señales Conducción autónoma Errores del controlador

Wiedemann 74

Parámetros del modelo

Separación media en detención: 3.00 m

Parte adicional de la distancia de seguridad: 2.00

Parte multipl. de distancia de seguridad: 3.00

El siguiente comportamiento depende de la clase de vehículo del vehículo de adelante:

Número: 0	ClaseVeh	W74ax	W74bxAdd	W74bxMult	W99cc0	W99cc1Distr	AcelAument
No hay elementos en esta lista. Puede añadir nuevos elementos a través del menú contextual.							

Aceptar Cancelar

Parámetros calibrados para vehículos tipo tráiler

Comportamiento de conducción

N.º: 10 Nombre: Trailer

Seguimiento Modelo de seguimiento de vehículo Cambio de carril Lateral Control de señales Conducción autónoma Errores del controlador

Posición deseada a flujo libre:

Observar carril(es) adyacente(s)

Columna en diamante

Considere el siguiente giro

Ganancia de tiempo de colisión:

Velocidad longitudinal mínima:

Tiempo entre cambios de dirección:

Comportamiento predeterminado durante el sobrepaso de vehículos en el mismo carril o en carriles adyacentes

Sobrepasar en el mismo carril Distancia lateral mínima

Adelantar izquierda (predeterminado) Distancia en parada: en 0 km/h

Adelantar derecha (predeterminado) Distancia al conducir: en 50 km/h

Excepciones para los vehículos que se adelantan de las siguientes clases de vehículos:

Número	ClaseVeh	AdelIzq	AdelDer	ParadDistLat	CondDistLat
No hay elementos en esta lista. Puede añadir nuevos elementos a través del menú contextual.					

Aceptar Cancelar

REVISIÓN DE MODELO DE MICROSIMULACIÓN

Investigación: "MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025."

Tesistas:

- Bach. Ibañez Espinoza, Hamilton Joseph
- Bach. Román Fernández, Brayán Smith

Finalidad del modelo: Tesis

Institución: Universidad Nacional de Jaén

Fecha de evaluación: __/__/2025

Datos del experto:

Nombre: HORNA MARTINEZ PATRICIA

Especialidad: INGENIERIA CIVIL

Escala: 1 = Muy deficiente ; 2 = Deficiente ; 3 = Regular ; 4 = Bueno ; 5 = Muy bueno

Criterio	Descripción	Calificación (1-5)	Indicadores Evaluados	Comentarios
Exactitud de la Geometría Vial	El modelo reproduce adecuadamente la geometría real de la intersección. La representación del tránsito mixto (motos, mototaxis, autos) es adecuada.	4	Carriles, geometría de la infraestructura, flujo vehicular	GEOMETRIA ACORDE A LA REALIDAD.
Calidad de datos de entrada	La determinación de la hora pico está adecuadamente fundamentada.	5	Cantidad de vehículos, tiempo	DATOS CORRECTAMENTE INGRESADOS
Desempeño del modelo	Las velocidades promedio del modelo son coherentes con las mediciones reales.	5	Flujo vehicular, densidad de tráfico, predicción de congestión futura	LAS VELOCIDADES SON ACCEPTABLES
Organización del Modelo	Está bien estructurado el archivo de simulación. Cada elemento está clasificado correctamente (red vial, controles, rutas, demandas, etc.).	4	Flujo vehicular, carriles, geometría de la infraestructura	ESTRUCTURA CLARA Y ORDENADA
Modelo General	Evaluación global del funcionamiento del modelo de microsimulación.	5	Flujo vehicular, densidad de tráfico, predicción de congestión futura	EL MODELO ES FUNCIONAL

Conclusión del Experto

Declaro que he revisado el modelo mencionado y emito el siguiente juicio técnico:

- Considero que el modelo es válido
- Considero que el modelo requiere ajustes.

Recomendaciones (en caso se requiera):

.....
.....
.....

PATRICIA HORNA MARTINEZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP 332785



Firma

REVISIÓN DE MODELO DE MICROSIMULACIÓN

Investigación: "MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025."

Tesistas:

- Bach. Ibañez Espinoza, Hamilton Joseph
- Bach. Román Fernández, Brayan Smith

Finalidad del modelo: Tesis

Institución: Universidad Nacional de Jaén

Fecha de evaluación: 09/12/2025

Datos del experto:

Nombre: Edinson Humberto Vega Alvarado

Especialidad: Ingeniería Civil

Escala: 1 = Muy deficiente ; 2 = Deficiente ; 3 = Regular ; 4 = Bueno ; 5 = Muy bueno

Criterio	Descripción	Calificación (1-5)	Indicadores Evaluados	Comentarios
Exactitud de la Geometría Vial	El modelo reproduce adecuadamente la geometría real de la intersección. La representación del tránsito mixto (motos, mototaxis, autos) es adecuada.	4	Carriles, geometría de la infraestructura, flujo vehicular	Muy bien elaborado y el diseño geométrico está lo más exacto a lo real
Calidad de datos de entrada	La determinación de la hora pico está adecuadamente fundamentada.	4	Cantidad de vehículos, tiempo	Se hizo un correcto conteo vehicular
Desempeño del modelo	Las velocidades promedio del modelo son coherentes con las mediciones reales.	4	Flujo vehicular, densidad de tráfico, predicción de congestión futura	Se modeló de acuerdo a las velocidades establecidas según norma.
Organización del Modelo	Está bien estructurado el archivo de simulación. Cada elemento está clasificado correctamente (red vial, controles, rutas, demandas, etc.).	5	Flujo vehicular, carriles, geometría de la infraestructura	Se refleja la mejora del tránsito vehicular antes y después de la simulación, teniendo un panorama más real.
Modelo General	Evaluación global del funcionamiento del modelo de microsimulación.	5	Flujo vehicular, densidad de tráfico, predicción de congestión futura	El modelo funciona correctamente

Conclusión del Experto

Declaro que he revisado el modelo mencionado y emito el siguiente juicio técnico:

- Considero que el modelo es válido
- Considero que el modelo requiere ajustes.

Recomendaciones (en caso se requiera):

.....
.....
.....


EDINSON HONBERTO VEGA ALVARADO
INGENIERO CIVIL
CIP 348990
Firma

Edinson H. Vega A.
DNI: 7067015
CIP: 348990.

Anexo J:
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

HOJA DE VALIDACIÓN

Título de la investigación "MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025."

Instrumento Ficha de observación (FORMATO DE CONTEO PEATONAL)

Items (Datos a recolectar) Acceso peatonal	Criterios															Juicio						
	Coherencia					Relevancia					Independencia					Impacto					Aceptación	Rechazo
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
(1) Norte				X						X					X						X	
(2) Sur				X						X					X						X	
(3) Este				X						X					X						X	
(4) Oeste				X						X					X						X	

Observaciones

Los ítems son evaluados con el instrumento de recolección de datos, obtuvieron una calificación de 5. Esto indica que son aceptables para su aplicación, ya que alcanzan una puntuación considerada "muy buena" según lo establecido.

Puntuaciones

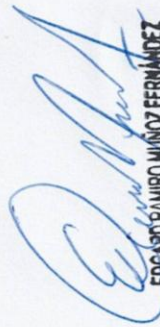
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy Bueno

Lugar y Fecha Jaén, Noviembre 2024

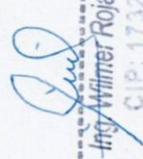
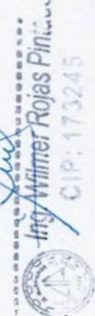
Nombre del experto EDGARDO RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ

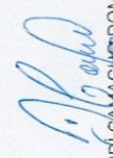
Especialidad Ingeniería Civil

Institución MUNICIPIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

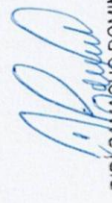

EDGARDO RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 179408

Firma

Título de la investigación		HOJA DE VALIDACIÓN																												
		"MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025."																												
Instrumento		Ficha de observación (FORMATO DE CONTEO VEHICULAR)																												
Ítems (Datos a recolectar) Tipo de vehículo	Coherencia					Relevancia					Independencia					Impacto					Juicio									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
(1) Ubicación				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(2) Horario de conteo				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(3) Fecha				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(4) Moto taxi				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(5) Moto lineal				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(6) Moto carguero				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(7) Auto				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(8) Minivan				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(9) Combi				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(10) Pick Up				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(11) Ómnibus				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(12) Tráiler 2E				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(13) Tráiler 3E				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
(14) Maquinaria pesada				X	X						X	X	X	X	X						X	X	X	X	X					
Observaciones		Puntuaciones																												
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
<p>Los ítems evaluados en el instrumento de recolección de datos obtuvieron una calificación de 5. Esto indica que son aceptables para su aplicación, ya que, considerando una puntuación considerada "muy buena" según lo establecido.</p>		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
Lugar y Fecha	Jaén, Noviembre 2024																													
Nombre del experto	Wilmer Rojas Pintado																													
Especialidad	Ingeniería Civil																													
Institución																														
		 																												
		Firma																												

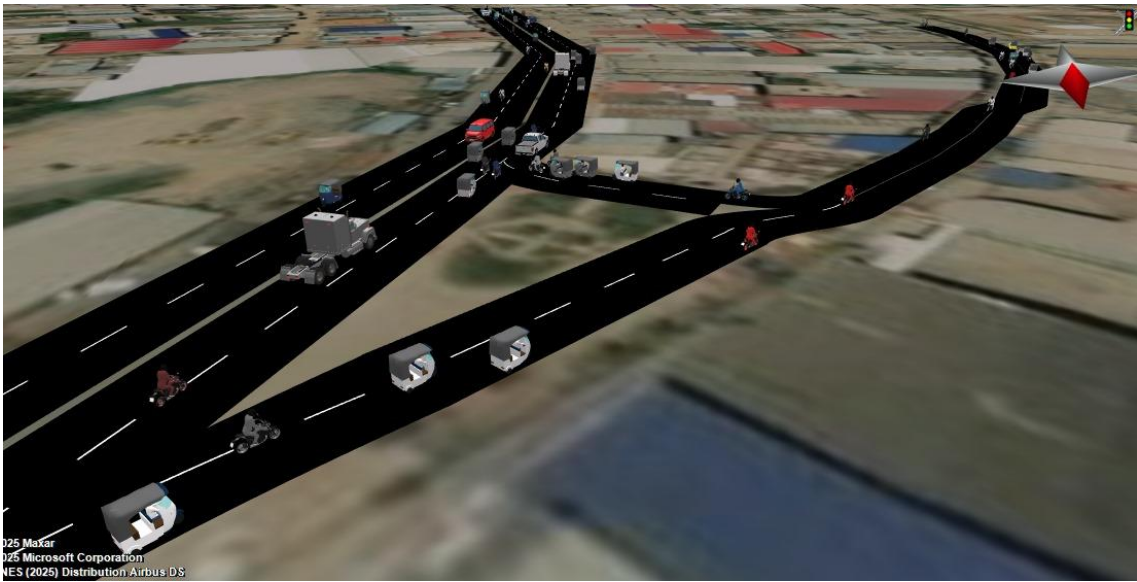
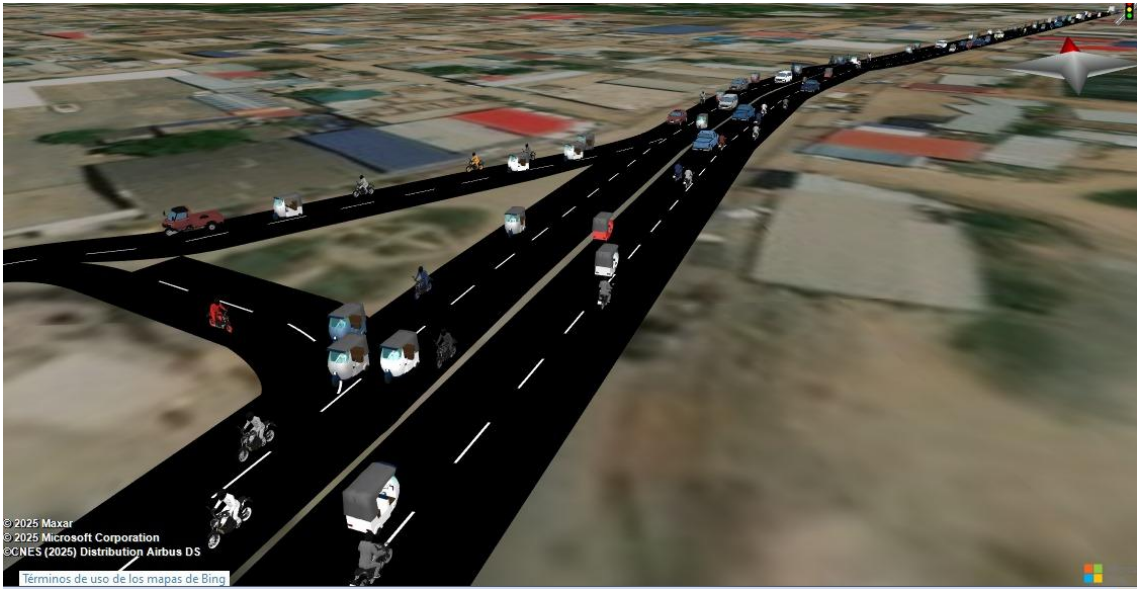
Título de la investigación		HOJA DE VALIDACIÓN																													
		"MODELAMIENTO DEL TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025."																													
Instrumento		Ficha de observación (FORMATO DE CONTEO VEHICULAR)																													
Ítems (Datos a recolectar) Tipo de vehículo	Coherencia					Relevancia					Independencia					Impacto					Juicio										
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
(1) Ubicación				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(2) Horario de conteo				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(3) Fecha				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(4) Moto taxi				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(5) Moto lineal				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(6) Moto carguero				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(7) Auto				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(8) Minivan				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(9) Combi				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(10) Pick Up				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(11) Omnibus				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(12) Tráiler 2E				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(13) Tráiler 3E				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
(14) Maquinaria pesada				X							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Observaciones		Puntuaciones																													
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Los ítems evaluados con el instrumento de recolección de datos obtuvieron una calificación de 5. Esto indica que son aceptables para su aplicación, ya que alcanzan una puntuación denominada "muy buena" según el rango establecido.																															
Lugar y Fecha	Jaén, Noviembre 2024																														
Nombre del experto	Dipl. Camacho Dominguez																														
Especialidad	Ingeniería Civil																														
Institución																															
		 DPL CAMACHO DOMINGUEZ INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 302505																													
		Firma																													

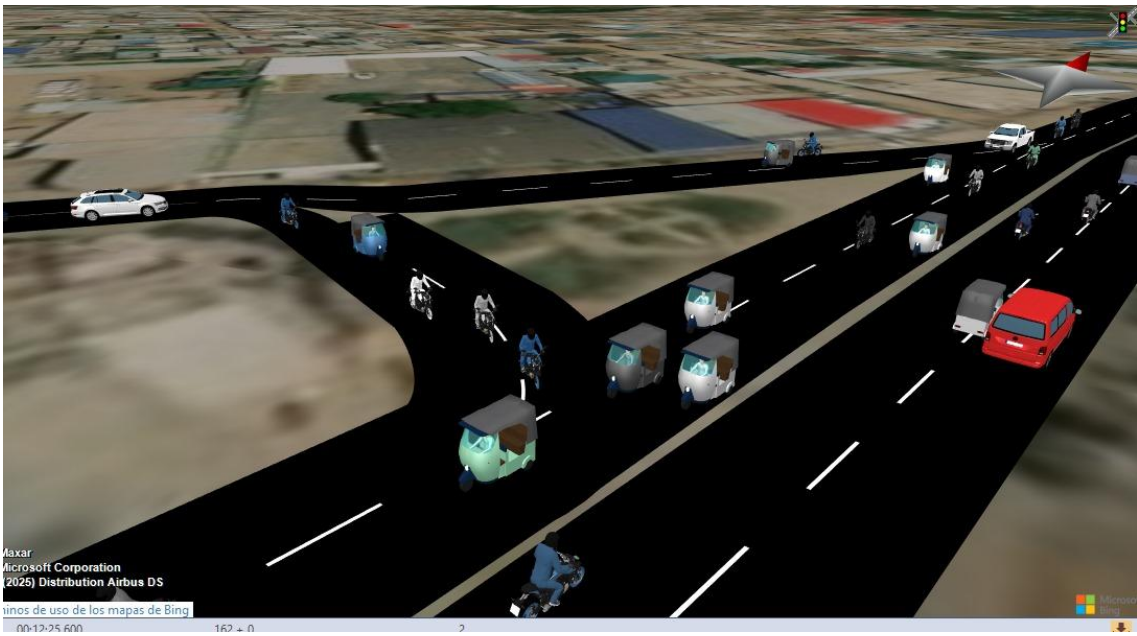
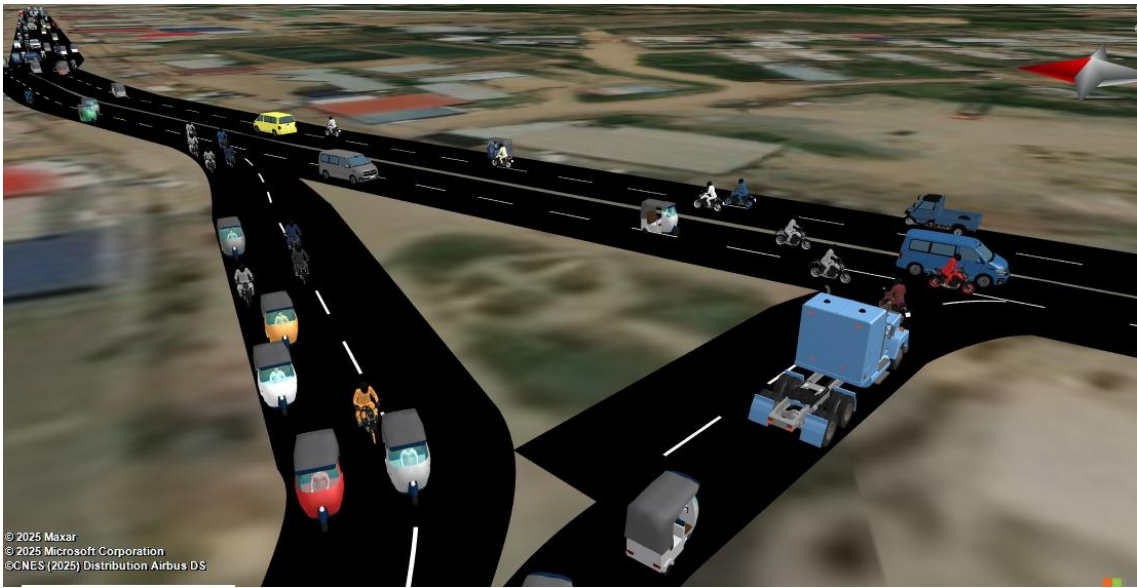
HOJA DE VALIDACIÓN																			
Título de la investigación		"MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM v.24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN - 2025."																	
Instrumento		Ficha de observación (FORMATO DE CONTEO PEATONAL)																	
Items (Datos a recolectar) Acceso peatonal	Criterios										Juicio								
	Coherencia		Relevancia			Independencia					Impacto					Aceptación	Modificación	Rechazo	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
(1) Norte				X						X							X		
(2) Sur				X						X							X	X	
(3) Este				X						X							X	X	
(4) Oeste				X						X							X		
Observaciones																			
<p>Los ítems evaluados con el instrumento de recolección de datos obtuvieron una calificación de 5. Esto indica que son aceptables para su aplicación, ya que alcanzan una puntua- ción considerada "muy buena" según el rango establecido.</p> <p>Lugar y Fecha: Jaén, Noviembre 2024</p>																			
Nombre del experto		Didi Comodo Dominguez																	
Especialidad		Ingeniería Civil																	
Institución																			
																		Firma	


 DIDI COMODO DOMINGUEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 302505

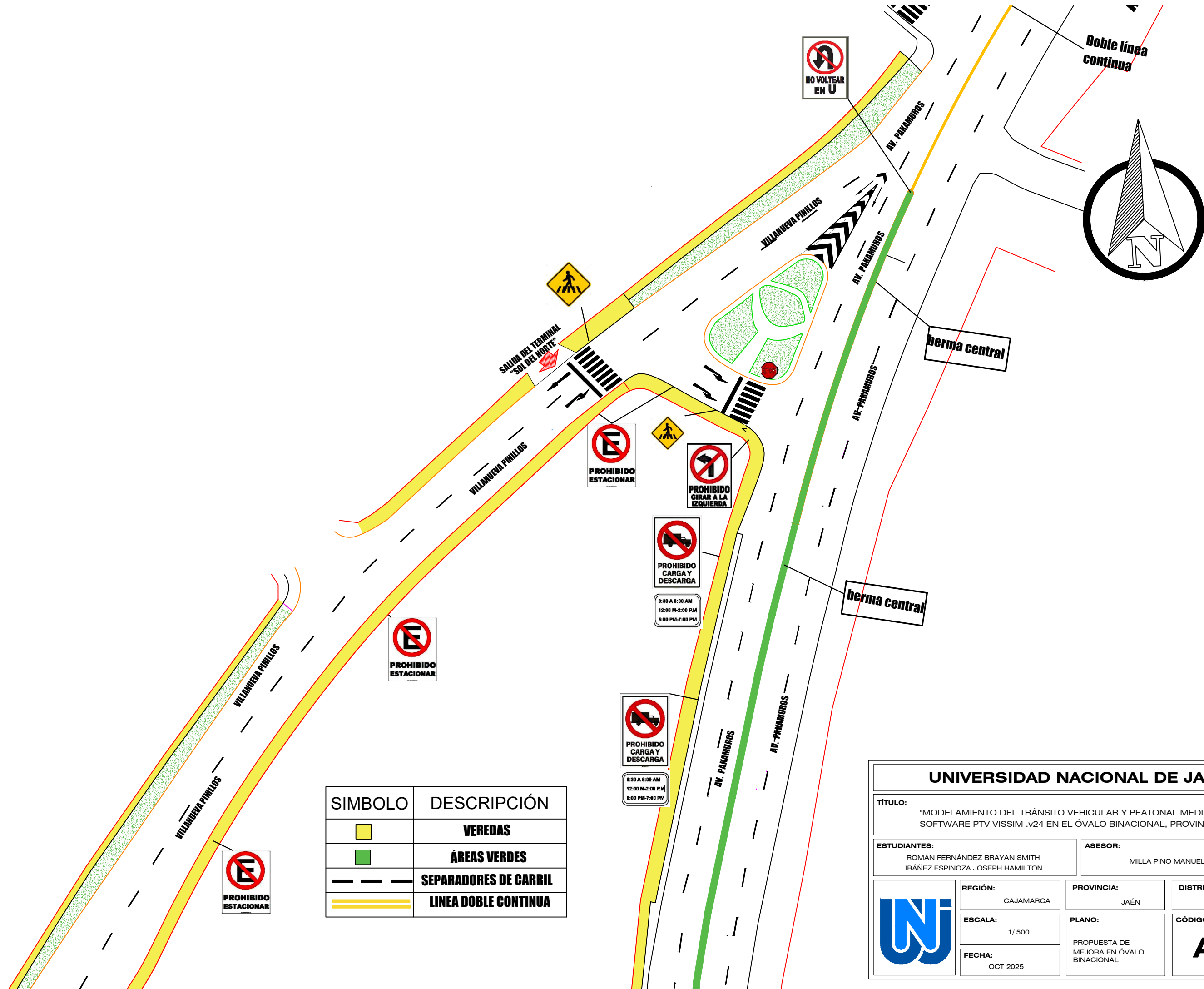
Anexo K:

MODELO CALIBRADO





Anexo L:
PLANO DE PROPUESTA

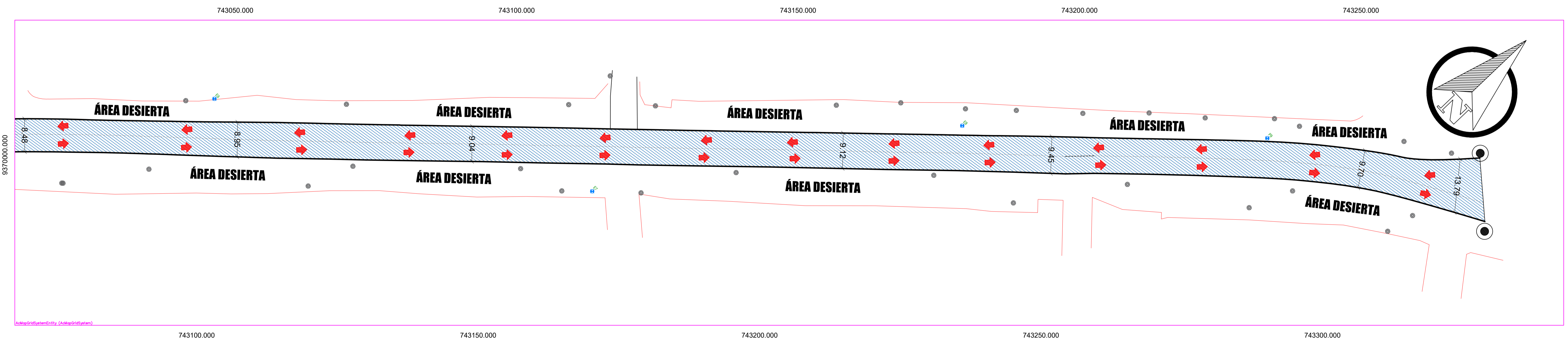
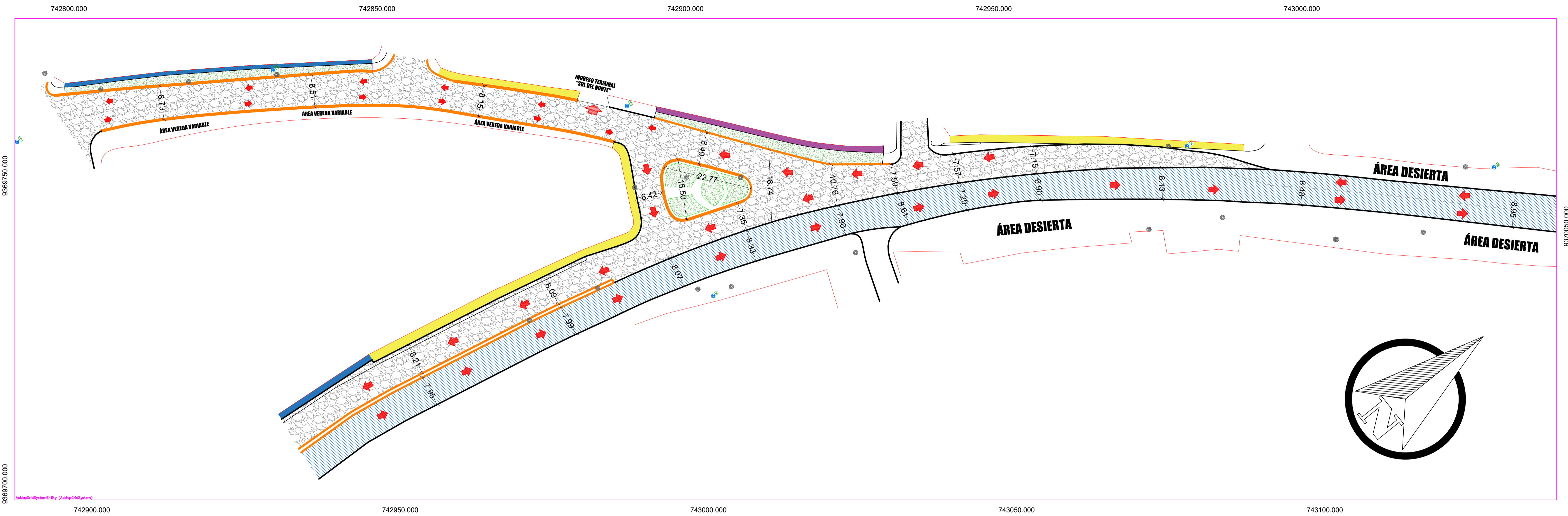


SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VEREDAS
	ÁREAS VERDES
	SEPARADORES DE CARRIL
	LINEA DOBLE CONTINUA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN			
TÍTULO: "MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM .v24 EN EL ÓVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN"			
ESTUDIANTES: ROMÁN FERNÁNDEZ BRAYAN SMITH IBÁÑEZ ESPINOZA JOSEPH HAMILTON		ASESOR: MILLA PINO MANUEL EMILIO	
	REGIÓN: CAJAMARCA	PROVINCIA: JAÉN	DISTRITO: JAÉN
	ESCALA: 1/ 500	PLANO: PROPUESTA DE MEJORA EN ÓVALO BINACIONAL	
	FECHA: OCT 2025	A-01	

Anexo M:

GEOMETRÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	SEMÁFOROS
	POSTES DE LUZ
	SARDINEL (0.12 m)
	ESTRUCTURAS EXISTENTES

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	NORTE MAGNÉTICO
	LÍMITE PAVIMENTO
	VEREDA 2 m
	VEREDA 1 m
	VEREDA 1.40 m

LEYENDA DE PAVIMENTOS			
	SENTIDO DE CARRIL		PAVIMENTO RÍGIDO
			PAVIMENTO FLEXIBLE

ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

TÍTULO: "MODELAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM .v24 EN EL OVALO BINACIONAL, PROVINCIA DE JAÉN"

ESTUDIANTES: ROMÁN FERNÁNDEZ BRAYAN SMITH, IBÁÑEZ ESPINOZA JOSEPH HAMILTON

ASESOR: MILLA PINO MANUEL EMILIO

REGIÓN: CAJAMARCA, PROVINCIA: JAÉN, DISTRITO: JAÉN

ESCALA: INDICADA, PLANO: GEOMETRÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO, CÓDIGO: **A-02**

FECHA: AGOSTO 2025

Anexo N:

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

