Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CONTINUIDAD DE LAS VÍAS PRINCIPAL Y AUXILIAR EN EL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA CON LA AV. EL BOSQUE, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA

Línea de investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transportes

Autora

Santos Montalban, Vanessa Flor

Asesor

Pardavé Livia, Jhony

ORCID: 0009-0006-4145-385X

Jurado

Geldres Benites, Zonia Gudelia

Enciso Lopez, Jossy Carlot

Carlos Reyes, Gabriel Jorge

Lima - Perú

2026

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA
(CC BY-NC-ND)

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CONTINUIDAD DE LAS VÍAS PRINCIPAL Y AUXILIAR EN EL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA CON LA AV. EL BOSQUE, DISTRIT

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	18%	9%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	3%
2	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Ministerio de Educación de Perú - COAR Trabajo del estudiante	1%
6	pdfcookie.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
8	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
10	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
11	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca Trabajo del estudiante	1%
12	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CONTINUIDAD DE LAS VÍAS PRINCIPAL Y AUXILIAR EN EL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA CON LA AV. EL BOSQUE, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA

Línea de investigación:

Seguridad vial e Infraestructura de Transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transportes

Autora

Santos Montalban, Vanessa Flor

Asesor

Pardavé Livia, Jhony

ORCID: 0009-0006-4145-385X

Jurado

Geldres Benites, Zonia Gudelia

Enciso Lopez, Jossy Carlot

Carlos Reyes, Gabriel Jorge

Lima – Perú

2026

Dedicatoria

A mis padres, Daniel y Melva, por su amor y apoyo incondicional, por siempre motivarme a plantearme más metas y cumplirlas.

A mis hermanos, Harry y Anthonela, por sus consejos, confianza y apoyo en los buenos y malos momentos.

A mi gatita Lanita, mi compañera fiel, quien estuvo acompañándome durante todo este proceso hasta largas horas de la madrugada, brindándome ánimos para seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios, por siempre estar en mi camino protegiéndome, brindándome fuerza y sabiduría.

A mis padres, por su apoyo constante y confianza en cada escalón de mi vida.

A mis docentes y asesor, por brindarme sus conocimientos y experiencias en mi formación académica.

ÍNDICE

Resumen.....ix

Abstract.....x

I. INTRODUCCIÓN.....1

1.1. Descripción y formulación del problema.....2

1.1.1. Descripción del problema.....2

1.1.2. Formulación del problema general.....3

1.1.3. Formulación de los problemas específicos.....3

1.2. Antecedentes.....3

1.2.1. Antecedentes nacionales.....3

1.2.2. Antecedentes internacionales.....7

1.3. Objetivos.....11

1.3.1. Objetivo general.....11

1.3.2. Objetivos específicos.....11

1.4. Justificación.....11

1.5. Hipótesis.....12

1.5.1. Hipótesis general.....12

1.5.2. Hipótesis específicas.....12

II. MARCO TEÓRICO.....13

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....13

2.1.1. Clasificación de la red vial.....13

2.1.2. Capacidad de la vía.....14

2.1.3. Diseño geométrico.....14

2.1.4. Intersección vial 14

2.1.5. Aforo vehicular 15

2.1.6. Flujo vehicular 15

2.1.7. Hora punta 15

2.1.8. Micro simulación 16

2.1.9. Programa Synchro 11.0 16

2.1.10. Nivel de servicio vehicular para intersecciones semaforizadas 16

2.1.11. Definición de términos 17

III. MÉTODO 20

3.1. Tipo de investigación 20

3.2. Ámbito temporal y espacial 20

3.2.1. Ámbito temporal 20

3.2.2. Ámbito espacial 21

3.3. Variables 21

3.3.1. Variable independiente 21

3.3.2. Variable dependiente 22

3.4. Población y muestra 22

3.4.1. Población 22

3.4.2. Muestra 22

3.5. Instrumentos 22

3.6. Procedimientos 22

3.6.1. Ubicación del área de estudio 23

3.6.2. Trabajos de campo 24

3.7. Análisis de datos 28
3.8. Consideraciones éticas 29
IV. RESULTADOS 30
4.1. Análisis de los aforos vehiculares 30
4.1.1. Identificación de la hora punta para la simulación 34
4.2. Análisis de los indicadores de tránsito de la situación actual en Synchro 11.0 36
4.2.1. Diseño del circuito vial 36
4.2.2. Recopilación de información 37
4.2.3. Resultados de la simulación de la situación actual 39
4.3. Análisis de los indicadores de tránsito de la situación propuesta en Synchro 11.0 40
4.3.1. Resultados de la simulación de la situación propuesta 42
4.4. Evaluación comparativa de los indicadores de tránsito situación actual – situación propuesta 43
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 45
VI. CONCLUSIONES 48
VII. RECOMENDACIONES 50
VIII. REFERENCIAS 51
IX. ANEXOS 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de Servicio por Demora (Intersecciones semaforizadas) 17

Tabla 2. Tabla de equivalencias en UCP 18

Tabla 3. Resumen de volúmenes vehiculares 35

Tabla 4. Indicadores obtenidos a partir de Synchro 11.0 – Situación actual 40

Tabla 5. Indicadores obtenidos a partir de Synchro 11.0 – Situación propuesta 43

Tabla 6. Comparación de indicadores obtenidos a partir de Synchro 11.0 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.....21

Figura 2. Ubicación de la intersección de estudio 24

Figura 3. Diseño geométrico de la intersección.....25

Figura 4. Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido norte.....25

Figura 5. Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido sur 26

Figura 6. Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido este.....26

Figura 7. Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido oeste.....27

Figura 8. Formato de los aforos vehiculares.....28

Figura 9. Volumen vehicular en intervalos de hora 31

Figura 10. Flujograma vehicular – turno mañana.....32

Figura 11. Flujograma vehicular – turno tarde 33

Figura 12. Flujograma vehicular – turno noche.....34

Figura 13. Distribución vehicular durante la hora punta 35

Figura 14. Diseño del circuito vial.....37

Figura 15. Flujos vehiculares UCP, factor de hora punta y porcentaje de vehículos pesados 38

Figura 16. Flujo de saturación básicos recomendados (ADE/hr-pista)2 38

Figura 17. Flujo de saturación en Synchro 11.0 38

Figura 18. Fases y ciclo semafórico en la intersección.....39

Figura 19. Reporte obtenido a partir de Synchro 11.0 – Situación actual 39

Figura 20. Diseño del circuito vial – Continuidad de la Av. Próceres de la Independencia ...41

Figura 21. Fases y ciclo semafórico optimizado en la intersección.....42

Figura 22. Reporte obtenido a partir de Synchro 11.0 – Situación propuesta 42

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque. La metodología empleada es aplicada, cuantitativa, a nivel explicativa y experimental; asimismo, tuvo como muestra a todos los vehículos que circularon durante la hora punta hallada. Los resultados indicaron que la hora punta fue de 07:30 – 08:30 horas con un total de 2,986 vehículos (3,605 UCP). Mediante el empleo del software Synchro 11.0 se simuló la situación actual de la intersección que opera con un ciclo semafórico de 85 segundos y se evidenció que presenta un nivel de servicio “F”, mostrando demoras de 110.1 segundos y una relación vehículo/capacidad (V/C) de 1.23. Por otro lado, se simuló una situación con la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia, y con la optimización del ciclo semafórico de 75 segundos, se obtuvo un nivel de servicio “B”, mostrando demoras de 19.5 segundos y una relación vehículo/capacidad (V/C) de 0.93, lo que evidencia un impacto positivo en el nivel de servicio vehicular y en los demás indicadores de tránsito en la intersección. En conclusión, la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia influye en la mejora del nivel de servicio vehicular en la intersección, optimizando el funcionamiento operacional y reduciendo el congestionamiento vehicular durante la hora de mayor demanda.

Palabras clave: continuidad vial, nivel de servicio, demoras, hora punta.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of the continuity of the main and auxiliary roadways on the vehicular level of service at the intersection of Próceres de la Independencia Avenue and El Bosque Avenue. The methodology employed was applied, quantitative, explanatory level, and experimental; additionally, the sample consisted of all vehicles that passed through during the identified peak hour. The results indicated that the peak hour was 07:30–08:30, with a total of 2,986 vehicles (3,605 PCU). Using Synchro 11.0 software, the current operating conditions of the intersection which functions with an 85-second traffic light cycle were simulated; the results revealed a Level of Service "F," with a delay of 110.1 seconds and a volume-to-capacity (V/C) ratio of 1.23. Additionally, a scenario was simulated maintaining the continuity of the main and auxiliary lanes of Próceres de la Independencia Avenue; with the optimization of the 75-second traffic signal cycle, a Level of Service "B" was achieved, showing delays of 19.5 seconds and a volume-to-capacity (V/C) ratio of 0.93, demonstrating a positive impact on the vehicular level of service and other traffic indicators at the intersection. In conclusion, the continuity of the main and auxiliary lanes of Próceres de la Independencia Avenue contributes to improving the vehicular level of service at the intersection, optimizing operational performance and reducing traffic congestion during peak demand hours.

Keywords: road continuity, level of service, delays, rush hour.

I. INTRODUCCIÓN

El incremento del parque automotor y el crecimiento urbano acelerado en las principales ciudades del Perú han generado una mayor demanda sobre la infraestructura vial existente, lo que origina problemas de congestionamiento vehicular, incremento de los tiempos de viaje y una afectación en las condiciones de circulación tanto para los vehículos y peatones. En este contexto, las intersecciones viales constituyen puntos críticos dentro de la red de transporte, ya que concentran altos volúmenes de tránsito y presentan una interacción constante entre vehículos y peatones, por lo que resulta fundamental su adecuado diseño geométrico y operación para garantizar un desempeño eficiente del sistema vial.

En particular, las intersecciones requieren una configuración geométrica coherente con los flujos vehiculares que soportan, dado que la discontinuidad de carriles o de secciones viales puede generar cuellos de botella, pérdida de capacidad de vía y aumento de las demoras. La falta de continuidad de las vías principal y auxiliar afecta directamente el desempeño operacional, empeorando el nivel de servicio y generando congestión vehicular.

La Av. Próceres de la Independencia, específicamente en la intersección en evaluación que es la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, ciudad de Lima, presenta una configuración geométrica que varía según el sentido de circulación, lo que ocasiona una distribución ineficiente de los flujos vehiculares y, por consiguiente, congestionamiento durante los periodos de mayor demanda.

Siguiendo este lineamiento, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular de la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, a partir del análisis de información recopilada en campo y la identificación de la hora punta de operación. Para ello, se realiza una comparación entre la situación actual del tránsito vehicular en la intersección y un escenario propuesto con la continuidad de la vía principal y auxiliar de la Av.

Próceres de la Independencia, mediante la simulación microscópica utilizando el software Synchro 11, herramienta que permite evaluar indicadores de tránsito como el nivel de servicio vehicular, las demoras, volumen/capacidad, entre otras.

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

El distrito de San Juan de Lurigancho está considerado como el distrito con mayor población de Lima Metropolitana, según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI, 2024), esta situación ha generado un incremento sostenido en la demanda de infraestructura vial. Consecuente a esta demanda se presentan problemas de congestionamiento vehicular en distintos puntos del distrito, afectando la movilidad urbana, los tiempos de viaje y las condiciones de circulación vehicular.

La intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque representa un punto relevante dentro de la red vial del distrito, ya que soporta una gran cantidad de volúmenes de tránsito vehicular, especialmente durante los periodos de mayor demanda. De acuerdo con el Sistema Vial Metropolitano, la Av. Próceres de la Independencia está clasificada como una vía arterial, concentrando flujos provenientes de distintos sectores del distrito.

Actualmente, la intersección en evaluación presenta una configuración geométrica que se caracteriza por la variación de la sección vial antes y después del cruce con la Av. El Bosque, en la cual la Av. Próceres de la Independencia cuenta con una vía principal y auxiliar para el sentido Norte – Sur antes del cruce con la Av. El Bosque y luego se reduce a solo vía principal; mientras que, para el sentido Sur – Norte, cuenta con una vía principal y después del cruce con la Av. El Bosque, pasa a dividirse en vía principal y auxiliar. Esta discontinuidad geométrica genera una redistribución forzada de los flujos vehiculares, originando cuellos de botella y una pérdida de capacidad en los accesos de la intersección.

Teniendo como punto de vista operacional, la actual configuración geométrica genera colas y un incremento de las demoras que se evidencia más durante la hora punta, afectando la fluidez del tránsito y el tiempo de viaje de los usuarios.

Por lo tanto, resulta necesario evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular de la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, a fin de analizar el impacto que tendría el mantener dicha continuidad como alternativa para mejorar su funcionamiento operacional.

1.1.2. Formulación del problema general

¿De qué manera influye la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque?

1.1.3. Formulación de los problemas específicos

PE1: ¿Cuál es el nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque?

PE2: ¿Cuál es el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar?

PE3: ¿Cómo varía el nivel de servicio vehicular al comparar la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes nacionales

Quiliche (2026) en su tesis "*Nivel de servicio de la Avenida Perú, tramo comprendido entre el Jr. José Gálvez y el Jr. Cinco Esquinas, mediante la metodología del HCM 2010*" para obtener el grado de ingeniero. El objetivo de la tesis fue determinar el nivel de servicio en la

Av. Perú, tramo Jr. José Gálvez – Jr. Cinco Esquinas, incluyendo la intersección con Jr. Loreto, debido a la congestión que se percibe en la zona. La metodología es aplicada, con un alcance descriptivo y enfoque cuantitativo, ya que es un problema que se reconoce visualmente, por ello se realizaron aforos vehiculares en el tramo mencionado durante marzo y abril del 2025. En los resultados se identificó que el tramo en estudio cuenta con un nivel de servicio "C", si bien no representa un nivel óptimo de circulación de vehículos, tampoco significa que la vía se encuentre muy saturada; sin embargo, en la intersección semaforizada que se encuentra en el tramo, cuenta con un nivel de servicio "F". Principalmente se evidencia que la eficiencia de vía se ve influenciada por la desincronización semafórica y la ubicación de paraderos informales, lo que genera un tiempo de demora en el primer tramo de 0.41 seg/veh para los vehículos que circulan de Jr. José Gálvez hacia la intersección semaforizada en el Jr. Loreto, y de 0.08 seg/veh para para los vehículos que circulan desde la intersección semaforizada en el Jr. Loreto hacia el Jr. José Gálvez; mientras que para el segundo tramo, se presenta una demora de 0.30 seg/veh para los vehículos que circulan desde la intersección semaforizada en el Jr. Loreto hacia el Jr. Cinco Esquinas, y de 0.06 seg/veh para para los vehículos que circulan desde el Jr. Cinco Esquinas hacia la intersección semaforizada en el Jr. Loreto, bajo este mismo lineamiento se identificó que en la intersección semaforizada en el Jr. Loreto la demora es de 25.93 seg/veh. En conclusión, en el tramo de Jr. José Gálvez - Jr. Cinco Esquinas, la Av. Perú posee capacidad vial para albergar la demanda actual de vehículos que circulan, pero la congestión vehicular producida por la ubicación de paraderos informales no permite la libre circulación vehicular.

Burneo y Grau (2025) en su tesis "*Análisis y propuesta de mejoramiento vial en la Av. Sullana entre la Av. Andrés Avelino Cáceres y Sánchez Cerro*" para obtener el grado de ingenieros. Presentan como objetivo principal reconocer y proponer alternativas para el mejoramiento vial identificando problemas en la Av. Sullana entre la Av. Andrés Avelino

Cáceres y Sánchez Cerro. Utilizaron metodologías vigentes para evaluar la capacidad y los niveles de servicio actuales, mediante recolección de datos obtenidos por conteos vehiculares. Los resultados demostraron que la optimización de la infraestructura existente, ajustando las dimensiones de los carriles, veredas y estacionamientos, mejoran la capacidad de la vía y reduce el congestionamiento vehicular. En conclusión, en el tramo de la Av. Andrés Avelino Cáceres y Sánchez Cerro, la reconstrucción de la Av. Sullana conservando su geometría vial actual, optimizó la capacidad de la vía y redujo el nivel de congestionamiento vehicular, favoreciendo una relación volumen-capacidad (V/C) óptima y con un nivel de servicio adecuado al tráfico actual y futuro.

Rey (2024) en su tesis "*Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en la intersección de la Av. Abancay la intersección de las avenidas Jr. Amazonas, Jr. Ancash y Jr. Junín, Lima – Cercado de Lima*" para la obtención del grado de maestría. Presenta como objetivo principal el planteamiento de una alternativa real y accesible para la mitigación del congestionamiento vehicular de las principales intersecciones que intersecan con la Av. Abancay, las cuales son el Jr. Amazonas, Jr. Ancash y Jr. Junín, todas interceptadas con la Av. Abancay. La metodología es de nivel descriptiva, con un enfoque cuantitativa, además se empleó el Highway Capacity Manual (HCM) para el cálculo de los niveles de servicio en las intersecciones mencionadas, en conjunto se trabajó con el software Synchro 8.0 para la introducción de los datos tomados en campo durante la hora punta hallada. Los resultados obtenidos en la intersección 1, 2 y 3 mediante el flujo de saturación determinaron los niveles de servicio "D, D y F" respectivamente, esto basado en el congestionamiento vehicular. Por otro lado, para contrastar los resultados ya obtenidos se hizo una modelación en Synchro 8.0 ingresando la recolección de datos que se tuvo en campo, obteniendo los mismos niveles de servicio ya mencionados. En conclusión, se desarrolló dos propuestas de mejora para las intersecciones evaluadas, la primera propuesta implica un control

municipal presente en cada intersección para agilizar el tránsito vehicular y peatonal, mientras que la segunda propuesta implica la sincronización del sistema de semáforos, permitiendo la reducción del tiempo de viaje por las intersecciones evaluadas.

Jara (2024) en su tesis "*Propuesta de mejora del nivel de servicio para Avenida Lambramani y Avenida Pizarro, tramo Av. Los Incas – Av. Guardia Civil*" para la obtención del grado de ingeniero. Presenta como objetivo principal el mejoramiento del nivel de servicio a través de un estudio de semaforización del tramo de la Av. Lambramani y la Av. Pizarro, desde el Parque Lambramani hasta la intersección con la Av. Guardia Civil, debido a que el tramo en estudio permitirá conectar el cono sur con el centro de la ciudad. Se utilizó la metodología del Highway Capacity Manual (HCM) para la evaluación de la capacidad y los niveles de servicio actuales, mediante la toma de datos (aforo) y la geometría de la zona para el conocimiento del estado actual del flujo vehicular. Los resultados evidenciaron que, para las 3 intersecciones evaluadas en las horas de máxima demanda, se obtuvieron un nivel de servicio "F", y con las alternativas de solución en cada una de las tres intersecciones, para la intersección 1 se obtiene una mejora en el nivel de servicio de "F" a "D", en la intersección 2 pasa de "F" a "C" y en la intersección 3 pasa de "F" a "C", de igual manera se evidenció una mejora del nivel de servicio en sus proyecciones futuras. En conclusión, si para la intersección 1 se añaden dos fases para el giro a la izquierda, en la intersección 2 se elimina un movimiento en el acceso 4 y para la intersección 3 se implementan dos semáforos en los accesos 4 y 5, se obtiene un mejoramiento del nivel de servicio en las 3 intersección que conforma el tramo de la Av. Lambramani y la Av. Pizarro, desde el Parque Lambramani hasta la intersección con la Av. Guardia Civil.

Quispe (2026) en su tesis "*Evaluación de congestión vehicular y propuesta de mejora en la intersección Av. Nicolás Ayllón con Av. Horacio Zeballos, distrito Ate 2026*" para obtener el grado de maestría. Presenta como objetivo la evaluación de la congestión vehicular para la propuesta de mejoras en la intersección Av. Nicolás Ayllón con Av. Horacio Zeballos, ubicado

en el distrito de Ate, esto debido al alto congestionamiento vehicular que se produce en la zona, sin permitir una adecuada circulación de los vehículos. La metodología es aplicada, descriptiva, cuantitativa y experimental, porque propone una solución para reducir el congestionamiento vehicular, esto mediante la realización de recolección y análisis de los flujos vehiculares de tres días (lunes, miércoles y viernes), durante seis horas divididas en tres periodos del día, de 6:30 a 8:30, 11:30 a 13:30 y de 17:30 a 19:30 horas. En los resultados se identificó que, el día de mayor congestión vehicular fue el viernes durante la hora punta de 18:00 a 19:00 horas, presentando un volumen vehicular máximo de 2856 veh/h, el cual equivale a 4335 UCP, contando con un nivel de servicio "D" con un tiempo de demora de 35.2 segundos, pero con la propuesta de habilitación de un carril adicional a la derecha para los vehículos que circulan de Oeste a Este, se obtuvo un nivel de servicio "C" con un tiempo de demora de 28.7 segundos, evidenciando la mejora de la circulación dentro de la intersección. En conclusión, la habilitación de un carril adicional a la derecha para los vehículos que circulan de Oeste a Este permite la mejora de la circulación vial y reduce el congestionamiento vehicular en la intersección.

1.2.2. Antecedentes internacionales

Arias (2023) en su tesis "*Análisis de la capacidad y el nivel de servicio de la doble calzada Buga-Tuluá-La Paila-La Victoria aplicando el manual para vías multicarril del Invias 2022*" para obtener el grado de maestría. Presenta como objetivo principal la determinación de la capacidad y nivel de servicio de los sectores que conforman la calzada Buga-La Paila-La Victoria de acuerdo con el manual del INVIAS 2022 para vías multicarril. Se utilizó la metodología del Manual de capacidad y niveles de servicio para vías multicarril del INVIAS 2022 y el Manual de Capacidad y Niveles de Servicio de Estados Unidos de América (HCM), sectorizando el tramo y asignándole una velocidad a flujo libre, fijando los números de carriles y demás características de la vía para, posteriormente, determinar el flujo vehicular en la hora

punta de cada sector. En los resultados se tuvo 49 sectores de análisis, de los cuales 12 sectores obtuvieron un nivel de servicio “B”, y los otros 37 sectores restantes obtuvieron un nivel de servicio “A”, mientras que la evaluación en su hora punta de los tramos Buga-Tuluá y Tuluá-Andalucía presentaron un nivel de servicio “B” y un incremento en la densidad. Por otro lado, evaluando los tramos en fechas festivas, donde hay una mayor cantidad de viajes, estos dos tramos presentaron un nivel de servicio “C” y “E” respectivamente. En conclusión, los sectores de los tramos Buga-Tuluá y Tuluá-Andalucía presentan el mayor cambio de nivel de servicio con el pasar de los años por lo que para mantener un nivel de servicio “A” se requiere la implementación de 3 carriles como mínimo.

Ávila (2023) en su tesis “*Modelaje, análisis y propuesta de intervención para una intersección conflictiva en Asunción, Paraguay, por medio de microsimulación computacional con el software PTV Vissim*”. Presenta como objetivo la examinación y evaluación de la intersección conflictiva en Asunción, Paraguay, con la aplicación de la microsimulación computacional para poder proponer mejoras que permita reducir el congestionamiento vehicular. La metodología es descriptiva y experimental porque hace un análisis a la realidad de la zona en estudio y reproduce fenómenos para determinar los resultados de estos efectos, asimismo, tiene un apoyo en el método de estudio de caso por medio de simulación computacional. En los resultados se evidenció el estado crítico de las intersecciones Av. Madame Lynch – Alejo Silva y Av. Madame Lynch – Sinforiano Buzó, y mediante la recolección de datos de campo para luego introducirlos en la simulación se evidenció la saturación en la intersección con un atraso promedio de 426 segundos, respecto a la velocidad promedio de los vehículos que circulan por la intersección es de 9.6 km/h y un tiempo total de parado promedio de 321 segundos, lo que evidencia un atraso total de 504 horas. En conclusión, con la implementación de cambios de sentidos de circulación, optimización de los movimientos vehiculares y peatonales y el aprovechamiento de espacio vial, evidencia la mejora del nivel

de servicio en la intersección, con un mejoramiento del atraso promedio de 77.7%, aumento de la velocidad promedio del 170%, una disminución del 77.1% del tiempo total parado promedio y la disminución del 76% en el total de horas perdidas a causa de los atrasos.

Pazmiño y Paredes (2021) en su tesis "*Microsimulación de tráfico para el área ubicada entre el terminal terrestre y terminal metrovía*" para la obtención del grado de ingeniero. Presenta como objetivo analizar el impacto de la modificación de las rutas entre el terminal terrestre de Guayaquil y la estación Metrovía Río Daule. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, mediante la recolección de datos y su procesamiento para poder conocer la situación actual de la zona. Los resultados evidenciaron que hay mayor congestionamiento vehicular en las zonas que conectan la Av. Benjamín Rosales con el carril de acceso hacia la Narcisa de Jesús y al paso desnivel de la Av. Las Américas, por otro lado, se evidenció que la ruta actual por donde circulan los buses Durán tiene un nivel de servicio vehicular "C" lo que genera congestionamiento vehicular en dicha zona. En conclusión, con el cambio de ruta para los buses Durán con nuevo destino hacia el Terminal Río Daule, produciría un mejoramiento de la zona, con menos congestión vehicular.

Espinel y Jaramillo (2022) en su tesis "*Análisis de tráfico y alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección de la Avenida Mariscal Sucre y San Francisco de Rumihurco en la ciudad de Quito a través del software PTV Vissim*" para la obtención del grado de ingeniero. Presenta como objetivo analizar el impacto de tráfico que se genera en la intersección de las avenidas Mariscal Sucre – San Francisco de Rumihurco, por medio de la microsimulación en PTV Vissim y proponer soluciones ante el congestionamiento vehicular. Se utilizó la metodología que emplea el Highway Capacity Manual (HCM) para calcular el nivel de servicio en la intersección, asimismo, se trabajó con el software PTV Vissim para el modelamiento de los datos recolectados en campo. Los resultados indicaron que la demanda vehicular en la intersección supera la capacidad vial, así como la falta de

mantenimiento en las vías, obteniendo un nivel de servicio “F” y con un tiempo de circulación de 2758.59 segundos, lo que genera un flujo forzado, con colas y tiempos de demora notables para los conductores. En conclusión, como propuesta de mejora para la intersección, la creación de un paso inferior a desnivel con rotonda generaría una mejor circulación de los vehículos, manteniendo un tránsito fluido, con un nivel de servicio “A” y un tiempo de circulación de 157.67 segundos.

Rendon et al. (2022) en su tesis “*Rediseñar y mejorar los tiempos de la semaforización por medio del software de simulación Vissim de la carreta 23 con calle 14 en el municipio de Acacias Meta*” para la obtención del grado de ingeniero. Presenta como objetivo principal el rediseño y mejoramiento de los tiempos de la semaforización de la carrera 23 con calle 14 en el municipio de Acacia Meta utilizando el software Vissim para la modelación de la zona en estudio. La metodología empleada para que la propuesta sea desarrollada es el rediseño y mejoramiento de los tiempos de la semaforización de la carrera 23 con calle 14, mediante la toma de información de los lunes 10, miércoles 12 y viernes 14 de octubre del 2022, en el horario de 06:15 – 19:00 horas, en intervalos de 15 minutos. Los resultados indicaron que, durante los tres días de toma de información, se determinó que el día de mayor flujo vehicular fue el miércoles 12 de octubre, con hora punta de 18:00-19:00 horas, con un total de 4232 vehículos, estos datos al ser ingresados en el software de simulación Vissim, indicaron que el área en estudio cuenta con un nivel de servicio “C”. En conclusión, con el aumento de los tiempos de verde en el semáforo de la calle 14, calle con mayor flujo vehicular, se evidencia un mejoramiento del nivel de servicio pasando de “C” a un nivel de servicio “B”, lo que permite una mejor circulación de los vehículos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar cuál es el nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque.
- Determinar cuál es el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar.
- Evaluar cómo varía el nivel de servicio vehicular al comparar la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque.

1.4. Justificación

La investigación se enfoca en evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque en el distrito de San Juan de Lurigancho, una de las intersecciones con alta demanda de tránsito dentro del distrito. Actualmente, la intersección al no tener una continuidad de sus vías principal y auxiliar ocasiona cambios en la distribución de carriles que afecta el desempeño operacional de la vía, generando un visible congestionamiento vehicular.

En esa línea, la presente investigación evalúa el nivel de servicio vehicular en su situación actual, a partir de la realización de conteos de vehiculares para poder identificar la hora de mayor demanda, también llamado hora punta. Sobre este resultado, se compara el

escenario de la situación actual con un escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar, mediante el uso del software de modelación Synchro 11.0. Esta comparación permite cuantificar la influencia de dicha continuidad en condiciones operacionales.

Los resultados de la investigación aportarán evidencia técnica para la evaluación de alternativas de mejora operacional en intersecciones que no cuentan con una continuidad de sus vías, contribuyendo como referencia metodológica para estudios similares y como soporte para la toma de decisiones en materia de diseño vial urbano.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La continuidad de las vías principal y auxiliar influye en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.

1.5.2. Hipótesis específicas

- El nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque es crítica.
- El nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar, es mejor que el de la situación actual.
- Evaluando la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, se conocerá cómo varía el nivel de servicio vehicular en dicha intersección.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Clasificación de la red vial

De acuerdo con la Ordenanza N° 341-2001-MML (2001), que aprueba el Sistema Vial Metropolitano de Lima Metropolitana, clasifica a las vías de la siguiente forma:

2.1.1.1. Vías expresas. Son aquellas que forman parte del Sistema Nacional de Carreteras, que cruzan el área Metropolitana de Lima y Callao y la vincula con el resto del país.

En el área urbana están destinadas a absorber el transporte urbano por lo que llevan apreciablemente volúmenes de tránsito entre las principales áreas generadoras de tránsito y a velocidades altas de circulación. Este tipo de vía presenta pocas intersecciones para evitar la reducción de velocidad del desplazamiento de los vehículos y mantener la capacidad de la vía.

2.1.1.2. Vías arteriales. Vías de carácter metropolitano que también llevan apreciables volúmenes de tránsito entre áreas generadoras de tránsito y a velocidades medias de circulación. Se permiten el tránsito de los diferentes tipos de vehículos. Las intersecciones de las vías arteriales con otras vías son generalmente a nivel, existiendo semáforos como elementos del control de tránsito y, en algunas intersecciones, el control puede recaer en los policías. En ese contexto, y bajo la Ordenanza N° 341-2001-MML (2001), la Av. Próceres de la Independencia se encuentra clasificada como una vía arterial.

2.1.1.3. Vías colectoras. Son aquellas vías que cumplen la función de llevar el tránsito desde un sector urbano hacia las vías arteriales y/o vías expresas. El flujo de tránsito es interrumpido por las intersecciones semaforizadas en los cruces que se dan con las vías arteriales y colectoras.

2.1.1.4. Vías locales. Vías que pertenecen a las municipalidades distritales de acuerdo con su ubicación, tienen la función de proveer acceso a los predios o lotes adyacentes. En ese contexto, y bajo la Ordenanza N° 341-2001-MML (2001), la Av. El Bosque está clasificada como una vía local, por lo cual está bajo la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho.

2.1.2. Capacidad de la vía

Se define como el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que pueden pasar por una sección de la vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018, p. 121).

2.1.3. Diseño geométrico

Proceso técnico mediante el cual se determinan y organizan las características físicas de una vía, incluyendo los dispositivos de tránsito, radios de curva, ancho de carriles, intersecciones, entre otras. Un correcto diseño geométrico garantiza seguridad, eficiencia y capacidad operativa del tránsito.

2.1.4. Intersección vial

Área donde dos o más vías se unen o se cruzan, en ella se producen interacciones entre flujos vehiculares, peatonales, entre otros, afectando la capacidad y nivel de servicio. Una intersección vial puede estar o no semaforizada.

Las intersecciones son una característica clave del diseño vial de acuerdo con los siguientes aspectos:

- Enfoque del Uso del Suelo: El terreno cercano a las intersecciones normalmente concentra los destinos de viaje a los que distintos modos de transporte acceden.
- Punto de Conflicto: Los peatones, ciclista y vehículos a menudo cruzan en intersecciones donde los movimientos de paso y giro entran en conflicto. Estos cruces se denominan puntos de conflicto.

- Control de Tráfico: El movimiento de los usuarios puede asignarse mediante el uso de dispositivos de control de tránsito, como señales verticales de ceda el paso, señales de alto y semáforos.
- Capacidad: El control del tráfico en las intersecciones limita la cantidad de usuarios que pueden acomodarse dentro de un periodo de tiempo determinado en las intersecciones.

2.1.5. Aforo vehicular

Es la acción de recolectar la cantidad de vehículos que transitan por una sección específica de una vía o intersección durante un intervalo de tiempo determinado.

El aforo vehicular puede realizarse de forma manual (papel y lápiz) o automática (cámaras), y de acuerdo con el análisis que se quiera hacer, el aforo se puede clasificar según tipo de vehículos, sentido de circulación y/o intervalo horario.

Como resultado del aforo vehicular se obtiene el flujo vehicular y las características de la circulación de la vía o intersección en evaluación.

2.1.6. Flujo vehicular

Es la cantidad de vehículos que puede transitar en un preciso intervalo de tiempo dentro de una vía, conforme a los tipos de vehículos. Asimismo, su toma de información es importante para conocer la actitud del tránsito dentro de las vías, saber cómo se movilizan los vehículos dentro de cualquier tipo de vía, permitiendo determinar el nivel de efectividad de operación (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

2.1.7. Hora punta

Es la hora más crítica donde se registra la mayor circulación de vehículos en una vía. Esta hora se utiliza para los análisis de capacidad, nivel de servicio y otros análisis de tráfico ya que presenta el periodo más crítico para las operaciones.

2.1.8. Micro simulación

La micro simulación consiste en la revisión o evaluación de la forma en cómo interactúan los diversos medios de transporte, considerando diversas vías de comunicación y cualquier tipo de control (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018, p.660).

2.1.9. Programa Synchro 11.0

Software de ingeniería de tránsito que permite analizar intersecciones, evaluar los niveles de servicio (LOS), medir demoras, conocer la relación vehículo/capacidad (v/c), entre otros. Tiene como programa complementario el Sim Traffic que permite simular el tráfico mediante animaciones donde se muestra el diseño de las vías y el comportamiento de los vehículos.

2.1.10. Nivel de servicio vehicular para intersecciones semaforizadas

Según Cal y Mayor y Cárdenas (2018) señala que el nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, el usuario lo percibe como una medida del tiempo perdido de viaje.

De acuerdo con el Manual de Capacidad Vial HCM 2010, definió seis niveles de servicio categorizados por letras desde la A hasta la F, iniciando con un nivel de servicio (NS) “A” que representa las mejores condiciones de operación, hasta el nivel de servicio (NS) “F”, la peor categorización.

El nivel A, se caracteriza por condiciones de flujo libre, volúmenes bajos y la capacidad de seleccionar sus velocidades. No hay restricciones por presencia de otros vehículos y las demoras son menores de 10 segundos por vehículo.

El nivel B, representa una circulación estable, aunque se comienza a observar la presencia de más vehículos. La capacidad de maniobrar dentro de la corriente de circulación solo se ve ligeramente restringida. Las demoras están entre 10 y 20 segundos por vehículo.

El nivel C, es un nivel intermedio, con flujos aún estables, pero la velocidad y libertad de movimiento son controladas por las condiciones del tráfico. Muchos conductores no tienen libertad de elección de carril o de velocidad. Operación con demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo.

El nivel D, con una circulación más elevada, se empieza hacer notable la influencia de la congestión. Se pueden producir demoras más prolongadas ya que la velocidad y capacidad de maniobrar se ven restringidas. Las demoras van entre 35 y 55 segundos por vehículo.

El nivel E, cerca del límite de la capacidad de la vía, genera en los vehículos un avance lento. Se produce demoras en la circulación entre 55 y 80 segundos por vehículo.

El nivel F, es el nivel más bajo, con flujos forzados, velocidades bajas y con volúmenes encima de la capacidad. Estas condiciones son resultado de bloqueo a la corriente vehicular, ocasionando la formación de colas. Las demoras son superiores a los 80 segundos por vehículo.

Tabla 1

Niveles de Servicio por Demora (Intersecciones semaforizadas)

Nivel de Servicio	Demora (seg. veh.)
A	≤ 10
B	> 10 – 20
C	> 20 – 35
D	> 35 – 55
E	> 55 – 80
F	> 80

Nota. TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2010.

2.1.11. Definición de términos

Cycle length (s): Tiempo total del semáforo para atender todos los movimientos de tráfico en una intersección semaforizada (Trafficware, 2022).

V/C: Relación entre el volumen de vehículos (v) que circula por un tramo o movimiento de una intersección y la capacidad máxima (c) que este tramo o movimiento puede soportar bajo condiciones reales. Sirve para medir la saturación o grado de utilización de una vía o intersección.

Max. v/c ratio: Relación v/c más alta para el movimiento individual o por grupo de carriles (Trafficware, 2022).

Intersection delay (s): La demora total promedio en una intersección semaforizada se determina calculando el promedio ponderado en función del volumen vehicular de todas las demoras totales, las cuales comprenden la demora por cola y la demora por control (Trafficware, 2022).

Intersection LOS: Es el nivel de servicio que presenta una vía, permite clasificar la calidad del servicio prestado por una vía, su categoría va desde el nivel de servicio A hasta la F (Trafficware, 2022).

Vehículos simples: Definición para cualquier tipo de vehículo sin ninguna unidad de conversión.

Unidad Coche Patrón (UCP): Unidad para uniformizar los tamaños de los distintos tipos de vehículos, la cual se transforma por equivalencia de acuerdo con la tipología.

Tabla 2

Tabla de equivalencias en UCP

Tipo de vehículo	Factor UCP
Auto	1.00
Moto lineal	0.33
Bus interprovincial	3.5
Ómnibus	3
Microbús	2

Camioneta rural	1.25
Camión	2.5
Mototaxi	0.75
Tráiler	3.5

Nota. TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2010.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La presente tesis corresponde a una investigación aplicada, ya que está orientada a la solución de un problema específico relacionado con las condiciones de operación del tránsito vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con Av. El Bosque, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Asimismo, presenta un enfoque cuantitativo, fundamentándose en la recolección y análisis de datos numéricos, tales como volúmenes vehiculares, tiempos de demora y nivel de servicio, procesados en el software Synchro 11.0.

El nivel de investigación es de tipo explicativo, puesto que tiene como finalidad determinar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección en evaluación.

Por último, el diseño de la investigación es experimental dado que los datos de campo fueron recolectados de acuerdo con la realidad del momento para, posteriormente, proponer la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia y ver el cambio de los indicadores de tránsito dentro de la simulación.

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Ámbito temporal

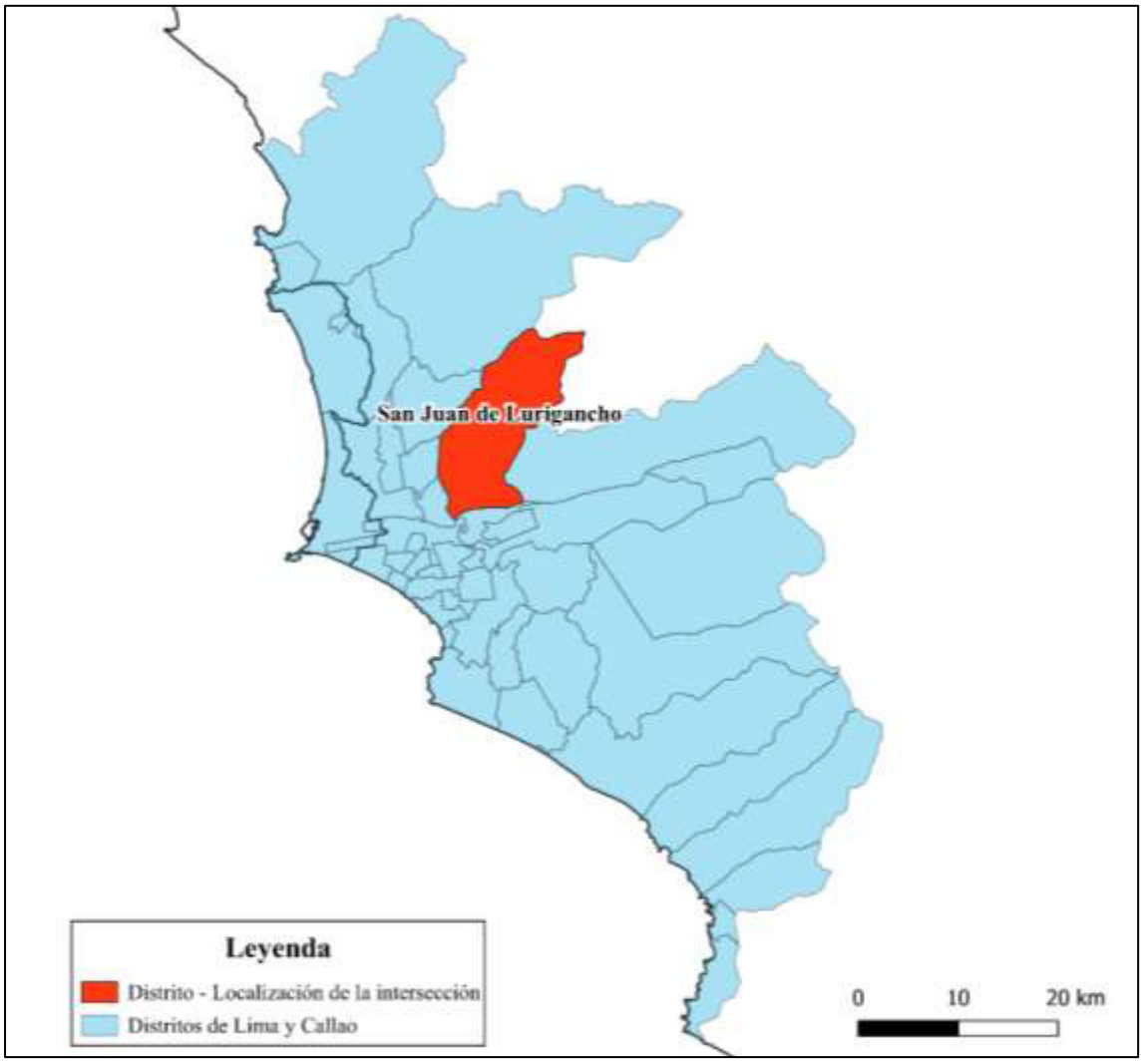
La investigación se desarrolló el jueves 27 de noviembre del 2025, día en el cual se realizó la recolección de datos de campo mediante aforos vehiculares en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima. Este día fue seleccionado por corresponder a un día hábil con condiciones representativas de la operación del tránsito urbano, considerando que los patrones de movilidad difieren significativamente entre días laborables y no laborables.

3.2.2. Ámbito espacial

La investigación comprende en su ámbito espacial a la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con Av. El Bosque, ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

Figura 1

Localización del área de estudio



3.3. Variables

3.3.1. Variable independiente

La variable independiente para el presente estudio es la continuidad de las vías principal y auxiliar.

3.3.2. Variable dependiente

La variable dependiente para el presente estudio es el nivel de servicio vehicular en la intersección Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población de la investigación está conformada por los usuarios de la vía en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.

3.4.2. Muestra

La muestra de la investigación está conformada por los vehículos que transitan durante la hora punta en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.

3.5. Instrumentos

- **Ficha de aforo vehicular:** Documento donde se registra cada cuarto de hora la cantidad de vehículos que circulan en la intersección según su movimiento de giro y por su tipología, permitiendo la posterior determinación de la hora punta.
- **Croquis de intersección con giros:** Documento con el dibujo de todos los giros vehiculares que se realiza en la intersección para su registro en la ficha de aforo vehicular.

Complementario a estos instrumentos se utilizó el software Synchro 11.0 para la simulación de la intersección y poder conocer los indicadores de tránsito.

3.6. Procedimientos

Para el desarrollo de la presente investigación se siguió una serie de etapas, iniciando con la ubicación del área de estudio, luego con la realización de los trabajos de campo para la recopilación de información necesaria para conocer el comportamiento del flujo vehicular en

la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque. Como siguiente etapa, se identificó la hora más crítica entre los tres periodos aforados en la intersección, también llamada hora punta, y así poder modelarlo en el software Synchro 11.0 y conocer el nivel de servicio vehicular actual que hay en la intersección.

Posteriormente, se simuló un escenario propuesto donde la Av. Próceres de la Independencia presenta la continuidad de sus vías principal y auxiliar, manteniendo los flujos vehiculares registrados en la hora punta y optimizando el ciclo semafórico debido a la nueva geometría vial propuesta.

Finalmente, se realizó un contraste entre los resultados de ambas simulaciones para la evaluación de la influencia que tiene el mantener la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque.

3.6.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima.

Figura 2

Ubicación de la intersección de estudio



3.6.2. Trabajos de campo

Los trabajos de campo se basaron en identificar las características en el diseño geométrico de la intersección; por otro lado, se realizaron los aforos vehiculares según su movimiento de giro y tipología vehicular.

3.6.2.1. Características en el diseño geométrico. El diseño geométrico de la intersección cuenta con una particularidad en la Av. Próceres de la Independencia, ya que para el sentido de Norte – Sur la avenida cuenta con una vía principal y una vía auxiliar, pero después del cruce con la Av. El Bosque, se reduce a contar solo con una vía principal. Por otro lado, para el sentido de Sur – Norte, la avenida cuenta con una vía principal, pero después del cruce con la Av. El Bosque, esta se divide en vía principal y vía auxiliar. Con la identificación de las características del diseño geométrico, se procedió a registrar los diferentes movimientos de giro que realizan los vehículos en la intersección para luego asignar a cada aforador los giros que iban a aforar y obtener un mejor registro de la información recopilada.

Figura 3

Diseño geométrico de la intersección

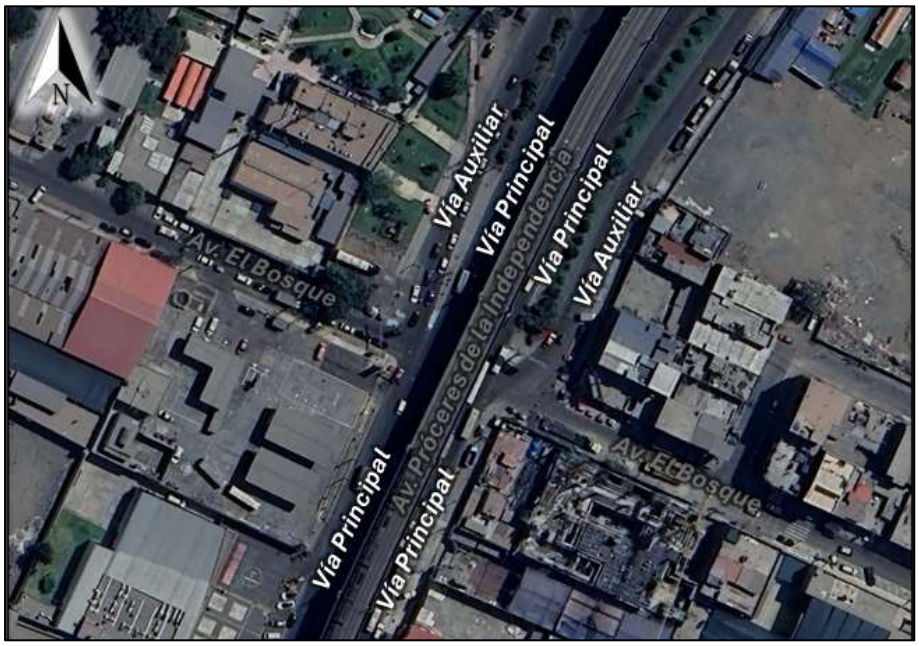


Figura 4

Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido norte

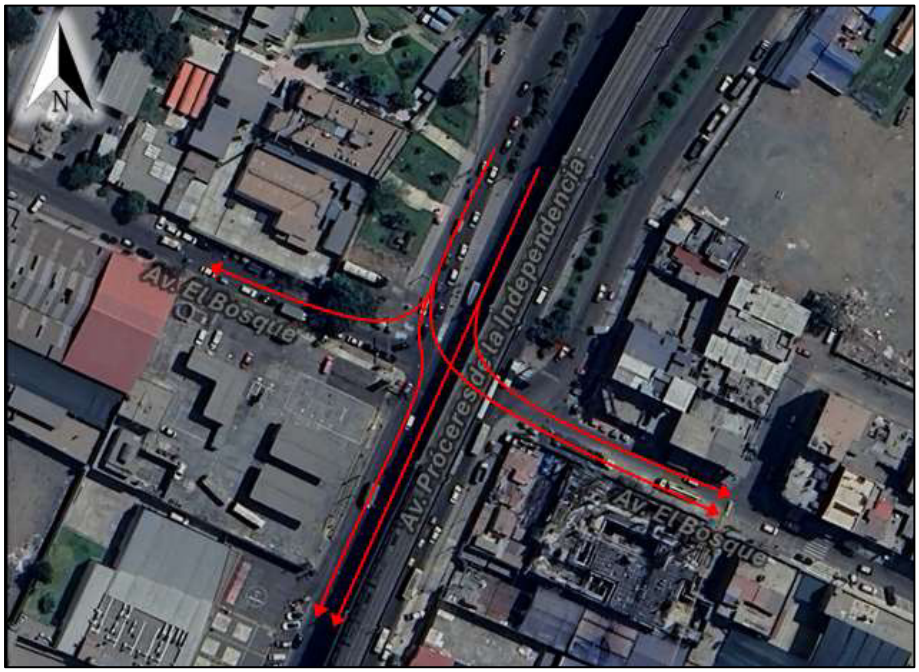


Figura 5

Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido sur

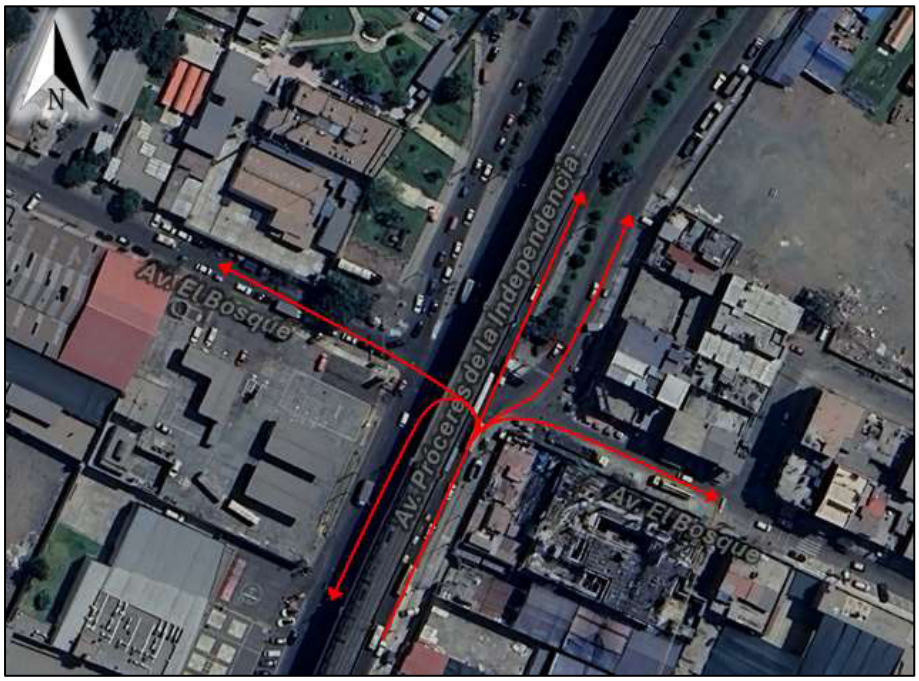


Figura 6

Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido este

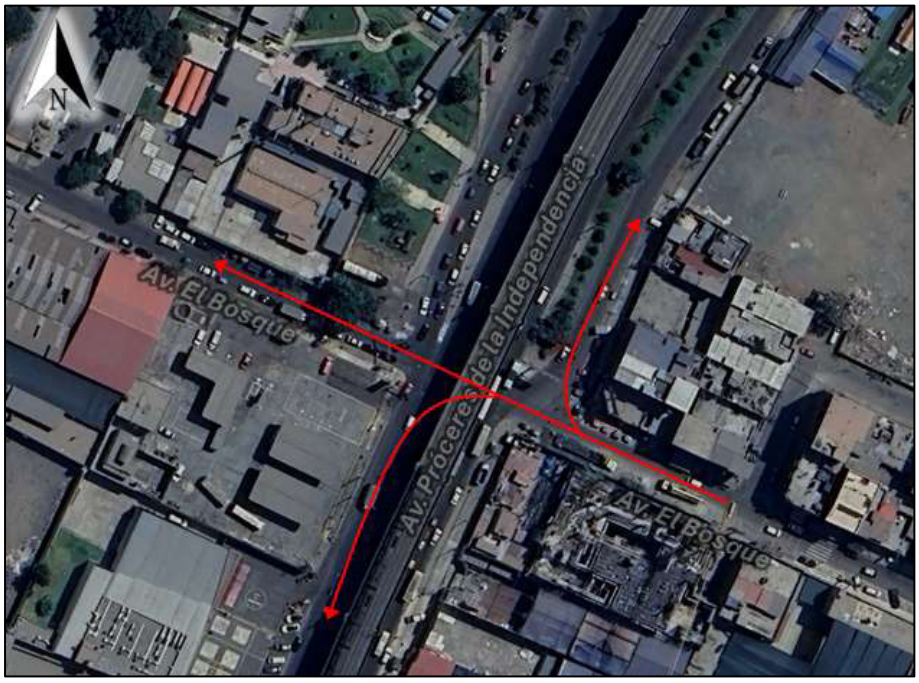
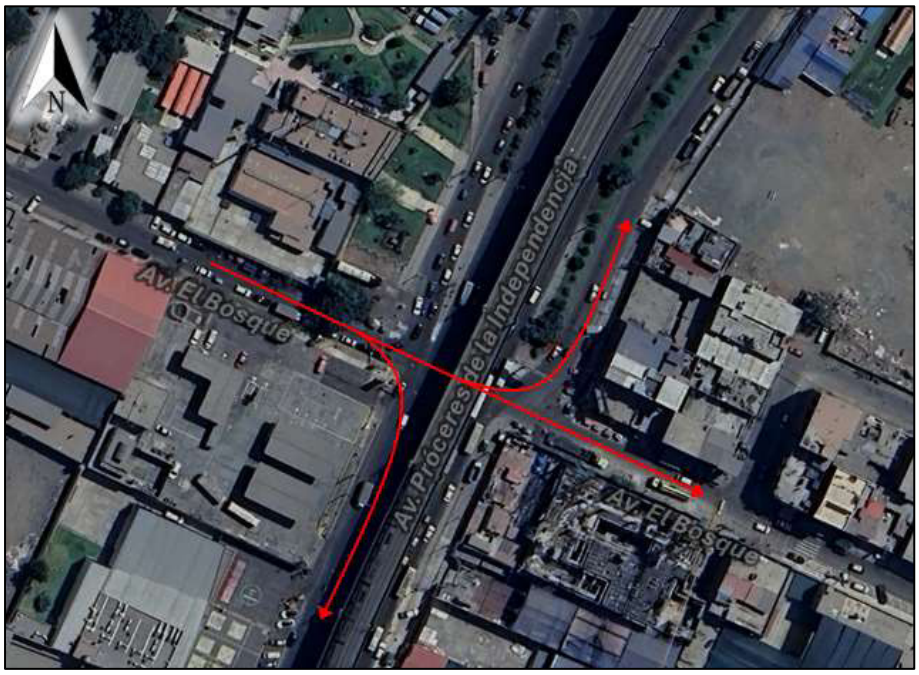


Figura 7

Movimientos de giro vehicular en la intersección del sentido oeste



3.6.2.2. Aforos vehiculares. Los aforos vehiculares se realizaron el jueves 27 de noviembre del 2025, y se registraron en las fichas de aforo las cuales estaban clasificadas por autos, bus interprovincial, ómnibus, microbús, camioneta rural, mototaxi, camión, tráiler y moto lineal. Estos datos se iban registrando en periodos de cuarto de hora de acuerdo con la siguiente distribución horaria:

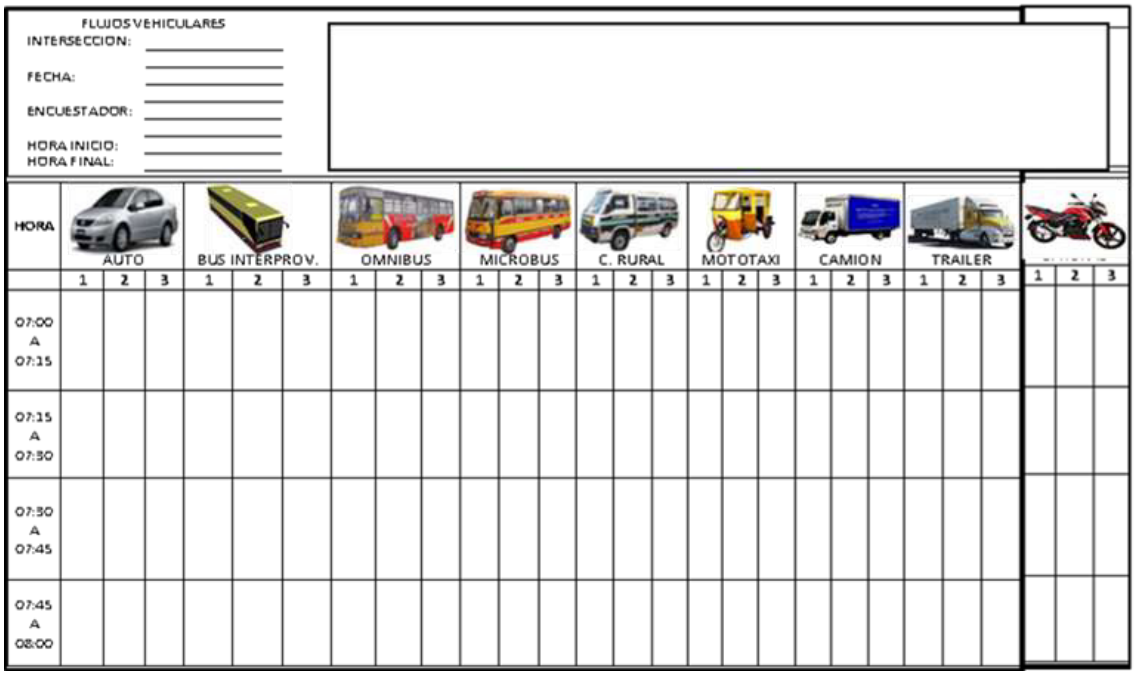
Turno mañana (AM): 7:00 – 10:00 horas

Turno tarde (MM): 12:00 – 15:00 horas

Turno noche (PM): 17:00 – 20:00 horas

Figura 8

Formato de los aforos vehiculares



3.7. Análisis de datos

El análisis de datos se inició con la recopilación de la información obtenida del aforo vehicular, registrada durante los turnos mañana, tarde y noche, agrupando los registros en intervalos de 15 minutos. Los volúmenes vehiculares fueron registrados en los flujogramas con sus respectivos movimientos de giro y luego convertidos a UCP, de acuerdo con los factores de equivalencia del Highway Capacity Manual (HCM).

Luego de ser procesada la información, mediante el empleo del software Synchro 11.0, se simuló la situación actual de la intersección, introduciendo los flujos vehiculares registrados en la hora punta. Posteriormente, se simuló la propuesta con la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia.

Finalmente, a partir de ambas simulaciones, se analizó los indicadores de tránsito permitiendo la comparación de resultados y con ello poder contrastar las hipótesis planteadas en la investigación.

3.8. Consideraciones éticas

La presente investigación se llevó a cabo respetando los principios éticos de integridad científica y transparencia durante todas sus etapas de desarrollo. La información recolectada en campo se registró sin intervenir en el comportamiento de los usuarios de la vía ni de los conductores; asimismo, no se recopiló datos personales que permitan su identificación, por lo tanto, no se vulneró el derecho a la privacidad de ninguna persona.

De igual forma, el procesamiento de la información y modelación en el software Synchro 11.0 se efectuaron de acuerdo con los datos recolectados en campo, por lo que los resultados de este trabajo se presentan de manera honesta e imparcial, reflejando los hallazgos obtenidos en la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de los aforos vehiculares

Con la recolección de datos de los aforos vehiculares realizada el jueves 27 de noviembre del 2025, divididos en turno mañana, tarde y noche y en intervalos de 15 minutos, se incorporó dicha información en el flujograma diseñado de acuerdo con los movimientos de giro que se realizan dentro de la intersección, esto con el fin de identificar las variaciones horarias y la hora punta del sistema.

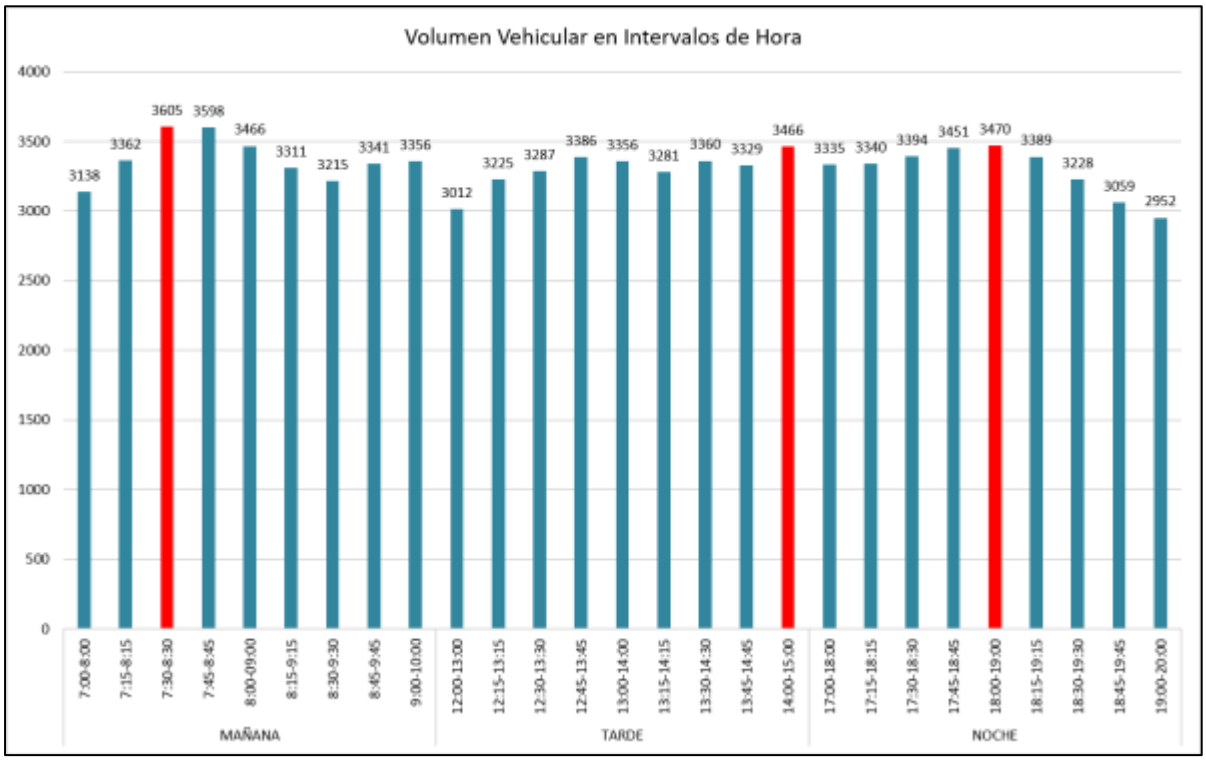
Asimismo, dentro de estos flujogramas se utilizó el factor de conversión a Unidad Coche Patrón (UCP) con la finalidad de uniformizar los tamaños de los vehículos a un solo tipo de vehículo patrón; estos cálculos fueron introducidos al software Synchro 11.0.

Los factores de conversión a UCP que se utilizó es de acuerdo con el Highway Capacity Manual (HCM).

En la figura 9, se detalla por intervalos de hora, la variación de los volúmenes vehiculares en UCP durante los tres turnos. Se observa que, para el turno mañana, se obtuvo el mayor flujo vehicular durante las 07:30 – 08:30 horas con un total de 3,605 UCP. Por otra parte, para el turno tarde, se obtuvo el mayor flujo vehicular durante las 14:00 – 15:00 horas con un total de 3,466 UCP. Finalmente, para el turno noche, se obtuvo el mayor flujo vehicular durante las 18:00 – 19:00 horas con un total de 3,470 UCP.

Figura 9

Volumen vehicular en intervalos de hora



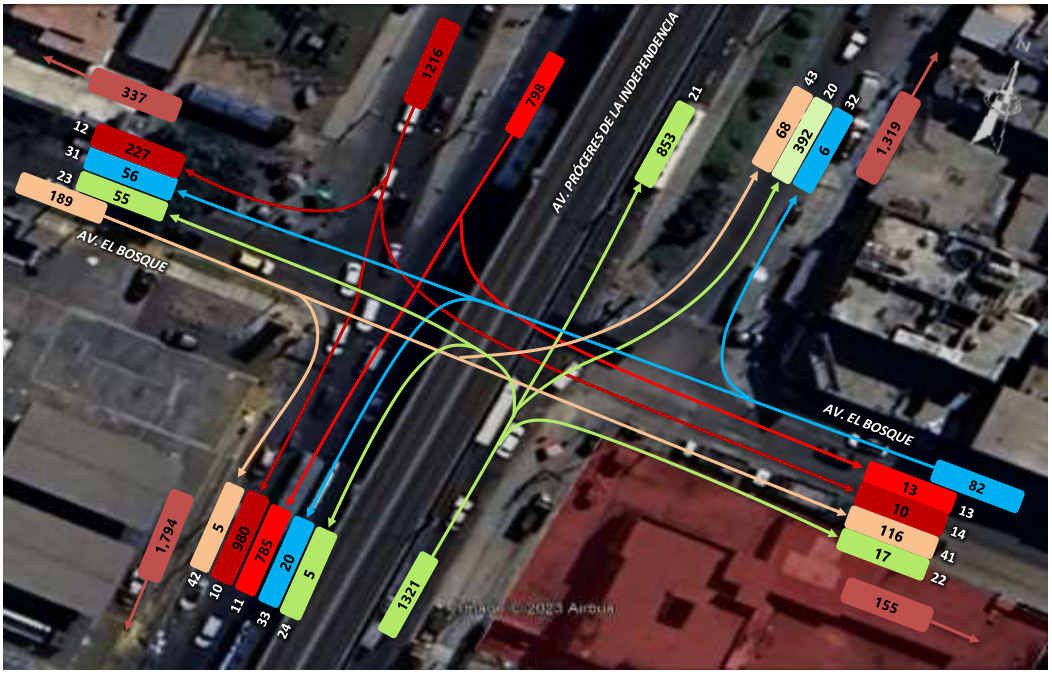
Aunado a lo anterior, en la figura 10 se muestran los volúmenes vehiculares en UCP de acuerdo con los movimientos de giro que hay en el turno mañana durante la hora de máxima demanda que corresponde de 07:30 – 08:30 horas.

Figura 10

Flujograma vehicular – turno mañana

FLUJOGRAMA
FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION:	AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE	DISTRITO:	S.J.L.
FECHA:	27/11/2025	DÍA:	JUEVES
HORA :	07:30 - 08:30		
TURNO:	MAÑANA		



Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	40	41	42	43	Total
Autos	829	68	171	0	7	306	359	10	36	5	0	43	3	8	0	92	4	54	1995
Moto lineal	0	107	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139
Bus Interprovincia	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bus	10	85	0	0	0	1	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
Micro	31	122	0	0	0	1	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252
C.Rural	24	55	4	0	0	1	42	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	127
Camion	4	32	8	1	1	23	19	0	5	0	0	1	1	4	0	0	0	0	99
Camion > 2E	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
Mototaxi	20	31	32	14	0	25	9	9	8	0	0	12	0	3	0	27	1	19	210
TOTAL	**919**	**503**	**217**	**15**	**8**	**358**	**619**	**19**	**49**	**5**	**0**	**57**	**4**	**15**	**0**	**120**	**5**	**73**	2986
UCP	**980**	**785**	**227**	**13**	**10**	**392**	**853**	**17**	**55**	**5**	**0**	**56**	**6**	**20**	**0**	**116**	**5**	**68**	**3605**
MAX. UCP	288	276	80	5	4	115	246	6	18	3	0	20	3	13	0	38	3	29	
FACT. HORA PUNTA UCP	0.85	0.71	0.71	0.68	0.59	0.85	0.87	0.76	0.78	0.42	0.00	0.70	0.55	0.40	0.00	0.76	0.43	0.60	
VEH. PESADOS	106	590	27	3	3	66	424	0	13	0	0	3	3	10	0	4	0	0	
% VEH. PESADOS	11%	75%	12%	19%	26%	17%	50%	0%	23%	0%	0%	4%	45%	49%	0%	3%	0%	0%	

Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	14	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	829	68	171	0	7	306	359	10	36	5	0	43	3	8	0	92	4	54
T.P	65	262	4	0	0	3	199	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Camion	5	33	10	1	1	24	20	0	5	0	0	1	1	4	0	1	0	0
Otros	20	140	32	14	0	25	41	9	8	0	0	12	0	3	0	27	1	19
TOTAL	**919**	**503**	**217**	**15**	**8**	**358**	**619**	**19**	**49**	**5**	**0**	**57**	**4**	**15**	**0**	**120**	**5**	**73**
%	**44%**	**24%**	**10%**	**1%**	**0%**	**17%**	**30%**	**1%**	**2%**	**0%**	**0%**	**3%**	**0%**	**1%**	**0%**	**6%**	**0%**	**4%**

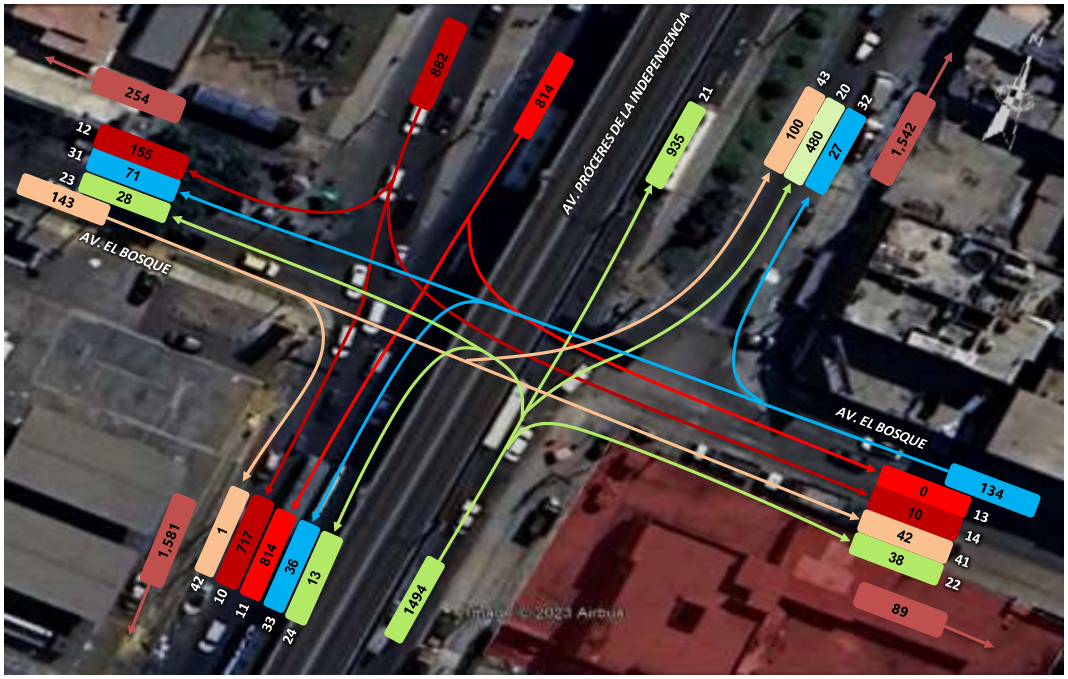
Asimismo, en la figura 11 se muestran los volúmenes vehiculares en UCP de acuerdo con los movimientos de giro que hay en el turno tarde durante la hora de máxima demanda que corresponde de 14:00 – 15:00 horas.

Figura 11

Flujograma vehicular – turno tarde

FLUJOGRAMA
FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION:	**AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE**	**DISTRITO:**	**S.J.L.**
FECHA:	**27/11/2025**	**DÍA:**	**JUEVES**
HORA :	**14:00 - 15:00**		
TURNO:	**TARDE**		



Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	40	41	42	43	Total
Autos	638	186	110	0	7	336	410	15	16	11	0	35	18	22	0	34	1	77	1916
Moto lineal	0	97	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141
Bus Interprovincial	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bus	3	71	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144
Micro	0	90	0	0	0	2	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184
C.Rural	2	36	1	0	0	5	23	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	74
Camion	9	52	8	0	1	44	29	3	3	0	0	7	2	3	0	1	0	3	165
Camion > 2E	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Mototaxi	41	18	32	0	0	32	20	15	3	3	0	21	5	9	0	7	0	21	227
TOTAL	**697**	**554**	**151**	**0**	**8**	**419**	**688**	**36**	**24**	**14**	**0**	**65**	**25**	**34**	**0**	**42**	**1**	**101**	**2859**
UCP	**717**	**814**	**155**	**0**	**10**	**480**	**935**	**38**	**28**	**13**	**0**	**71**	**27**	**36**	**0**	**42**	**1**	**100**	**3466**
MAX. UCP	227	224	48	0	4	134	256	14	13	6	0	24	9	11	0	147	1	36	
FACT. HORA PUNTA UCP	0.79	0.91	0.80	0.00	0.68	0.90	0.91	0.66	0.55	0.58	0.00	0.75	0.72	0.86	0.00	0.07	0.25	0.70	
VEH. PESADOS	46	537	20	0	3	114	467	8	8	0	0	18	5	8	0	3	0	8	
% VEH. PESADOS	6%	66%	13%	0%	26%	24%	50%	20%	27%	0%	0%	25%	19%	21%	0%	6%	0%	7%	

Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	638	186	110	0	7	336	410	15	16	11	0	35	18	22	0	34	1	77
T.P	5	197	1	0	0	7	185	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Camion	13	54	8	0	1	44	29	3	3	0	0	7	2	3	0	1	0	3
Otros	41	117	32	0	0	32	64	15	3	3	0	21	5	9	0	7	0	21
TOTAL	**697**	**554**	**151**	**0**	**8**	**419**	**688**	**36**	**24**	**14**	**0**	**65**	**25**	**34**	**0**	**42**	**1**	**101**
%	**32%**	**26%**	**7%**	**0%**	**0%**	**19%**	**32%**	**2%**	**1%**	**1%**	**0%**	**3%**	**1%**	**2%**	**0%**	**2%**	**0%**	**5%**

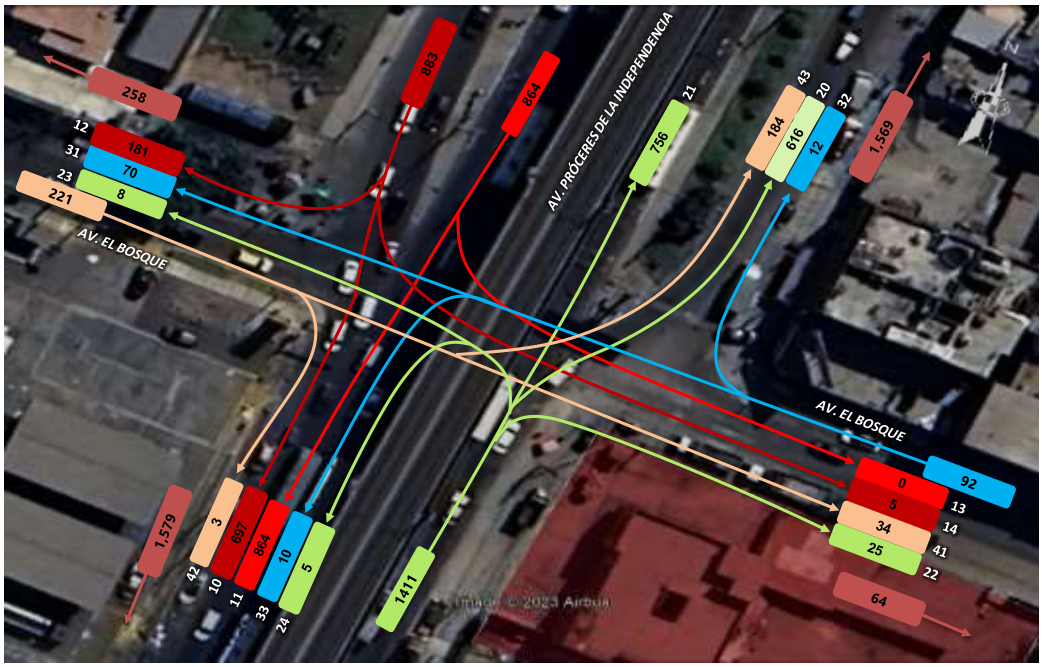
De igual manera, en la figura 12 se muestran los volúmenes vehiculares en UCP de acuerdo con los movimientos de giro que hay en el turno noche durante la hora de máxima demanda que corresponde de 18:00 – 19:00 horas.

Figura 12

Flujograma vehicular – turno noche

FLUJOGRAMA
FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION:	**AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE**	**DISTRITO:**	**S.J.L.**
FECHA:	**27/11/2025**	**DÍA:**	**JUEVES**
HORA :	**18:00 - 19:00**		
TURNO:	**NOCHE**		



Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	40	41	42	43	Total
Autos	620	231	123	0	0	511	326	16	8	5	0	32	10	5	0	23	3	164	2077
Moto lineal	0	90	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
Bus Interprovincial	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Bus	2	61	1	0	0	3	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131
Micro	2	139	4	0	0	9	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212
C.Rural	1	49	3	0	0	11	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
Camion	15	19	9	0	2	17	14	1	0	0	0	9	0	2	0	1	0	2	91
Camion > 2E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mototaxi	38	26	27	0	0	20	15	9	0	0	0	20	3	0	0	11	0	20	189
TOTAL	**678**	**619**	**167**	**0**	**2**	**573**	**599**	**26**	**8**	**5**	**0**	**61**	**13**	**7**	**0**	**35**	**3**	**186**	**2982**
UCP	**697**	**864**	**181**	**0**	**5**	**616**	**756**	**25**	**8**	**5**	**0**	**70**	**12**	**10**	**0**	**34**	**3**	**184**	**3470**
MAX. UCP	187	234	52	0	3	164	221	10	4	2	0	25	5	6	0	10	1	51	
FACT. HORA PUNTA UCP	0.93	0.92	0.87	0.00	0.50	0.94	0.85	0.66	0.50	0.63	0.00	0.71	0.64	0.42	0.00	0.84	0.75	0.90	
VEH. PESADOS	48	523	34	0	5	77	343	3	0	0	0	23	0	5	0	3	0	5	
% VEH. PESADOS	7%	60%	19%	0%	100%	12%	45%	10%	0%	0%	0%	32%	0%	50%	0%	7%	0%	3%	

Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	620	231	123	0	0	511	326	16	8	5	0	32	10	5	0	23	3	164
T.P	5	249	8	0	0	23	161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion	15	20	9	0	2	17	14	1	0	0	0	9	0	2	0	1	0	2
Otros	38	119	27	0	0	22	98	9	0	0	0	20	3	0	0	11	0	20
TOTAL	**678**	**619**	**167**	**0**	**2**	**573**	**599**	**26**	**8**	**5**	**0**	**61**	**13**	**7**	**0**	**35**	**3**	**186**
%	**29%**	**27%**	**7%**	**0%**	**0%**	**25%**	**26%**	**1%**	**0%**	**0%**	**0%**	**3%**	**1%**	**0%**	**0%**	**2%**	**0%**	**8%**

4.1.1. Identificación de la hora punta para la simulación

En cuanto a la identificación de la hora punta, luego de analizar los flujogramas donde se incorporaron los datos recolectados de campo en sus tres turnos horarios, se identificó que el mayor volumen vehicular se obtuvo en el turno mañana (AM), durante el rango de 07:30 –

08:30 horas, con un total de 2,986 vehículos simples (3,605 UCP), a comparación del turno tarde y noche que obtuvieron menor volumen vehicular, tal como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3

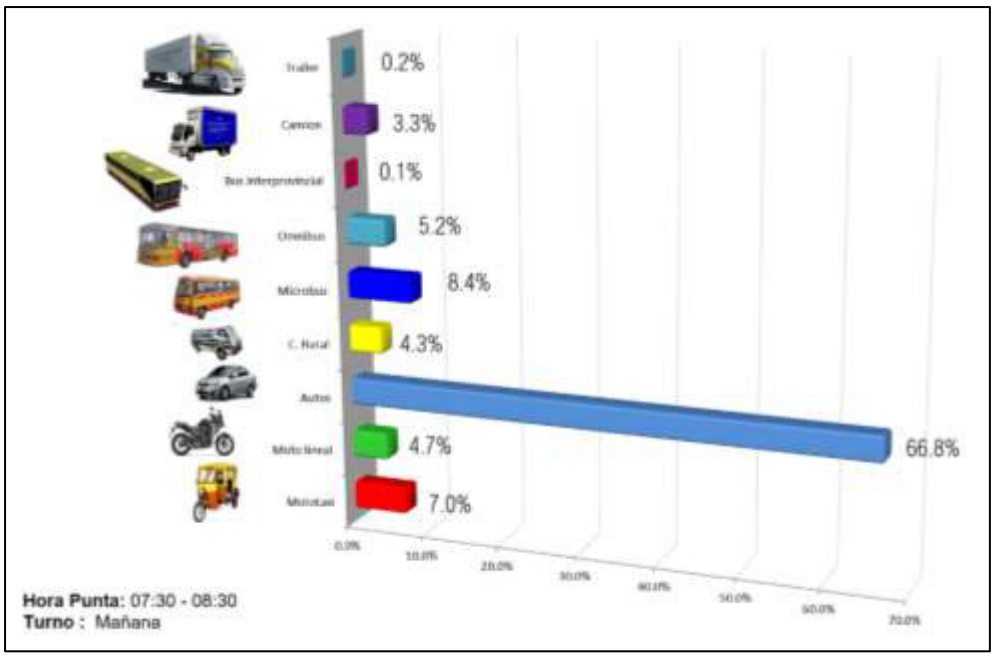
Resumen de volúmenes vehiculares

Intersección	Turno	Horario	Vehículo simple	UCP
Av. Próceres de la Independencia – Av. El Bosque	Mañana	07:30 – 08:30	2,986	3,605
	Tarde	14:00 – 15:00	2,859	3,466
	Noche	18:00 – 19:00	2,982	3,470

Asimismo, se identificó que durante la hora punta de 07:30 – 08:30 horas, el tipo de vehículo con mayor presencia en la intersección es el auto, representado el 66.8% respecto al total de vehículos registrados.

Figura 13

Distribución vehicular durante la hora punta



4.2. Análisis de los indicadores de tránsito de la situación actual en Synchro 11.0

Se utilizó el software de modelación de tránsito Synchro 11.0, diseñada para analizar y representar las condiciones de circulación de las vías en evaluación y determinar Medidas de Eficiencia (MOE) – Indicadores de Tránsito, donde nos permitió obtener resultados con relación a los siguientes indicadores:

- Relación volumen/capacidad (V/C)
- Tiempo de las demoras (seg.)
- Nivel de Servicio por demoras (LOS)
- Capacidad de Reserva
- Nivel de Servicio según el Factor de utilización de la Capacidad de la Intersección % ICU (Intersection Capacity Utilization), entre otros.

Todos estos resultados se utilizaron aplicando el Método del Highway Capacity Manual (HCM).

4.2.1. Diseño del circuito vial

Se diseñó el circuito vial tomando como base la imagen satelital de la intersección en evaluación, donde se ubicó el nodo (intersección), la geometría vial y el diseño de la distribución de los flujos vehiculares direccionales, los cuales se aprecian en la siguiente figura.

Figura 14

Diseño del circuito vial



4.2.2. Recopilación de información

De los aforos realizados el jueves 27 de noviembre del 2025, se identificó que la hora punta fue de 07:30 – 08:30 horas, este flujo vehicular captado de las diferentes tipologías vehiculares se uniformizó a una unidad representativa UCP para poder ser introducidos a la modelación. Asimismo, se introdujo el factor de hora punta y el porcentaje de vehículos pesados, todos estos datos fueron calculados en el flujograma.

Figura 15

Flujos vehiculares UCP, factor de hora punta y porcentaje de vehículos pesados

Tipología Vehicular	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	40	41	42	43	Total
Autos	792	48	154	0	7	340	350	10	36	5	0	43	3	8	0	92	4	54	1946
Moto lineal	0	107	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139
Bus Interprovincia	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bus	10	80	0	0	0	1	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
Micro	31	98	0	0	0	1	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195
C.Rural	19	43	4	0	0	1	113	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	181
Camion	4	38	8	1	1	17	16	0	5	0	0	1	1	4	0	0	0	0	96
Camion > 2E	1	5	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12
Mototaxi	16	14	32	14	0	16	6	9	8	0	0	12	0	3	0	27	1	19	177
TOTAL	873	433	200	15	8	377	650	19	49	5	0	57	4	15	0	120	5	73	2903
UCP	933	696	210	13	10	404	882	17	55	5	0	56	6	20	0	116	5	68	3495
MAX. UCP	295	201	80	5	4	126	260	6	18	3	0	20	3	13	0	38	3	29	
FACT. HORA PUNTA UCP	0.79	0.87	0.66	0.68	0.59	0.81	0.85	0.76	0.78	0.42	0.00	0.70	0.55	0.40	0.00	0.76	0.43	0.60	
VEH. PESADOS	106	549	27	3	3	51	376	0	13	0	0	3	3	10	0	4	0	0	
% VEH. PESADOS	11%	79%	13%	19%	26%	13%	43%	0%	23%	0%	0%	4%	45%	49%	0%	3%	0%	0%	

Asimismo, se consideró el flujo de saturación de acuerdo con la actividad de la pista. En este caso, según la información recopilada en campo, se identificó la predominancia de la circulación de autos y buses, para los cuales se tomó un flujo ideal de 1800 para la intersección en estudio, tomando como referencia la siguiente tabla.

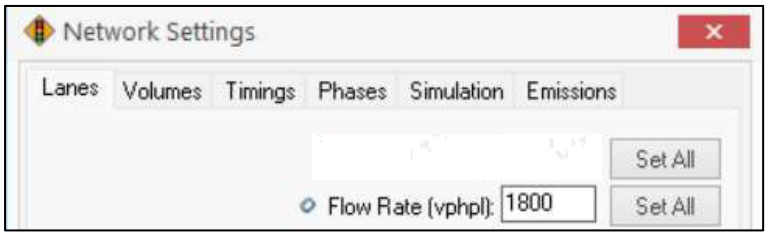
Figura 16

Flujo de saturación básicos recomendados $(ADE/hr - pista)^2$

Nivel de Actividad de la Pista	S_B ADE/hr-pista
Pistas sólo Autos	2.000
Pistas con Autos y Buses	1.800
Pistas con Paraderos de Actividad Baja	1.700
Pistas con Paraderos de Actividad Media	1.600
Pistas con Paraderos de Actividad Alta	1.500

Figura 17

Flujo de saturación en Synchro 11.0



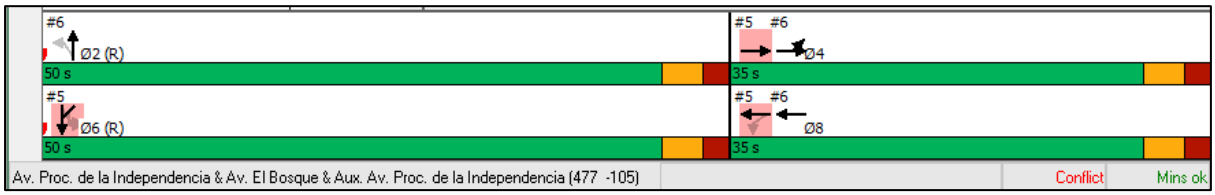
Posteriormente a la introducción de datos de las vías, se introdujo el tiempo semafórico de las dos fases que hay en la intersección, la primera fase es para los vehículos que provienen

de la Av. Próceres de la Independencia con un tiempo de 50 segundos; la segunda fase es para los vehículos que provienen de la Av. El Bosque con un tiempo de 35 segundos.

En ese sentido, la intersección cuenta con un ciclo semafórico de 85 segundos.

Figura 18

Fases y ciclo semafórico en la intersección



4.2.3. Resultados de la simulación de la situación actual

En la figura 19 se observa el reporte de los resultados obtenidos a partir de la simulación en Synchro 11.0 bajo la situación actual de la intersección de la Av. Próceres de la Independencia – Av. El Bosque.

Figura 19

Reporte obtenido a partir de Synchro 11.0 – Situación actual

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Cycle Length: 85	
Actuated Cycle Length: 85	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBTL and 6:, Start of Green	
Natural Cycle: 90	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 1.23	
Intersection Signal Delay: 110.1	Intersection LOS: F

En la tabla 5 se puede apreciar que, de acuerdo con el reporte de la modelación en el software Synchro 11.0 de la intersección evaluada, el nivel de servicio (Intersection LOS) es “F”, siendo el nivel más bajo con limitaciones en los desplazamientos de los vehículos. Asimismo, se presentó una demora (Intersection Signal Delay) de 110.1 segundos, evidenciando condiciones de congestión, desplazamiento de los vehículos a velocidades muy bajas y formación de colas. Además, sobre la relación volumen/capacidad (Max. v/c Ratio) (V/C) de la intersección, se obtuvo un resultado de 1.23 (123%), siendo los valores menores a

1 (100%) lo óptimo, lo que indica que los volúmenes vehiculares están por encima de la capacidad de la vía en un 23%, reflejando un funcionamiento saturado. Estos resultados evidencian la necesidad de evaluar el impacto que tendría la intersección al mantener la continuidad de la Av. Próceres de la Independencia.

Tabla 4

Indicadores obtenidos a partir de Synchro 11.0 – Situación actual

Intersección	N.S. (LOS)	Demoras	V/C
Av. Próceres de la Independencia – Av. El Bosque	F	110.1	1.23

4.3. Análisis de los indicadores de tránsito de la situación propuesta en Synchro 11.0

En este análisis se propone la continuidad de la vía principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia, evitando el cuello de botella que hay en la situación actual debido a la discontinuidad de la vía, para esta situación propuesta la simulación mantuvo los flujos vehiculares que se obtuvo durante la hora punta hallada de 07:30 – 08:30 horas.

Figura 20

Diseño del circuito vial – Continuidad de la Av. Próceres de la Independencia



Asimismo, se optimizó el ciclo semafórico debido a la nueva geometría vial propuesta, donde la primera fase es para los vehículos que provienen de la Av. Próceres de la Independencia con un tiempo de 52.5 segundos; la segunda fase es para los vehículos que provienen de la Av. El Bosque con un tiempo de 22.5 segundos.

En ese sentido, la intersección cuenta con un ciclo semafórico de 75 segundos.

Figura 21

Fases y ciclo semafórico optimizado en la intersección



4.3.1. Resultados de la simulación de la situación propuesta

En la figura 22 se observa el reporte de los resultados obtenidos a partir de la simulación en Synchro 11.0 bajo la situación propuesta de la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia.

Figura 22

Reporte obtenido a partir de Synchro 11.0 – Situación propuesta

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Cycle Length: 75	
Actuated Cycle Length: 75	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBT and 6:SBTL, Start of Green	
Natural Cycle: 75	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 0.93	
Intersection Signal Delay: 19.5	Intersection LOS: B

En la tabla 5 se puede apreciar que, de acuerdo con el reporte de la modelación en el software Synchro 11.0 con las modificaciones en la Av. Próceres de la Independencia, el nivel de servicio (Intersection LOS) es “B”, siendo un nivel óptimo para el desplazamiento de los vehículos. Asimismo, se presentó una demora (Intersection Signal Delay) de 19.5 segundos, evidenciando condiciones favorables y poca demora para la circulación de los vehículos. Además, sobre la relación volumen/capacidad (Max. v/c Ratio) (V/C) de la intersección, se obtuvo un resultado de 0.93 (93%), siendo los valores menores a 1 (100%) lo óptimo, lo que indica que los volúmenes vehiculares están por debajo de la capacidad máxima de la vía, utilizando el 93% de la capacidad disponible.

Tabla 5

Indicadores obtenidos a partir de Synchro 11.0 – Situación propuesta

Intersección	N.S. (LOS)	Demoras	V/C
Av. Próceres de la Independencia – Av. El Bosque	B	19.5	0.93

4.4. Evaluación comparativa de los indicadores de tránsito situación actual – situación propuesta

Con el propósito de evaluar el impacto que tiene el mantener la continuidad de la vía principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia, se realizó una comparativa de los resultados de los indicadores de tránsito entre la situación actual y la situación propuesta, donde se muestran los cambios que hubo en su nivel de servicio (Intersection LOS), demoras (Intersection Signal Delay) y la relación vehículo/capacidad (Max. v/c Ratio) (V/C), los cuales se presentan en la tabla 6.

Tabla 6

Comparación de indicadores obtenidos a partir de Synchro 11.0

Intersección	Situación	N.S. (LOS)	Demoras	V/C
Av. Próceres de la Independencia – Av. El Bosque	Actual	F	110.1	1.23
	Propuesta	B	19.5	0.93

Se evidenció que el nivel de servicio (Intersection LOS) mejoró en la situación propuesta, pasando de “F” a “B”, indicando un eficiente funcionamiento de la intersección respecto a la situación actual. Por otro lado, respecto al tiempo de demora (Intersection Signal Delay), pasó de 110.1 segundos a 19.5 segundos, reduciendo en 90.6 segundos la demora,

generando un impacto positivo en la fluidez del tránsito y una reducción en los tiempos de espera. Igualmente, en los resultados de la relación volumen/capacidad (Max. v/c Ratio) (V/C), se pasó de 1.23 (123%) a 0.93 (93%), siendo los valores menores a 1 (100%) lo óptimo, por lo que en la situación propuesta al tener un resultado más cercano al 1 (100%), se evidencia una mejora sobre la saturación de la vía, manteniendo la demanda vehicular por debajo de la capacidad disponible.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, debido al notable congestionamiento vehicular que se presencia durante las horas punta. Mediante la toma de información y su procesamiento, se realizó la modelación en el software Synchro 11.0 para poder conocer los resultados de los indicadores de tránsito en la situación actual de la intersección y una simulación con la situación propuesta manteniendo la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la continuidad de la vía principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia impactan en el nivel de servicio vehicular de la intersección, ya que, al evaluar los resultados de la situación actual, se evidencia que la intersección opera con un nivel de servicio (Intersection LOS) “F”, una demora (Intersection Signal Delay) de 110.1 segundos y presenta una relación volumen/capacidad (V/C) de 1.23. Estos resultados indican que no hay un eficiente funcionamiento de la intersección. Asimismo, la demanda vehicular supera la capacidad operativa de la intersección, generando elevados tiempos de espera y congestionamiento.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Espinel y Jaramillo (2022) en su tesis Análisis de tráfico y alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección de la Avenida Mariscal Sucre y San Francisco de Rumihurco en la ciudad de Quito a través del software PTV Vissim, quienes obtuvieron como resultado para la intersección evaluada un nivel de servicio “F”, donde la demanda vehicular en la intersección supera la capacidad vial, generando colas vehiculares y largos tiempos de demora, pero con la modificación de la configuración de la geometría vial de la intersección se obtuvo un nivel de servicio “A”, mejorando su capacidad operativa. Asimismo, para Quispe (2026), en su tesis

Evaluación de congestión vehicular y propuesta de mejora en la intersección Av. Nicolás Ayllón con Av. Horacio Zeballos, distrito Ate 2026, mediante la recolección de datos obtuvo como hora punta para su simulación de 18:00 a 19:00 horas donde obtuvo un nivel de servicio "D" con un tiempo de demora de 35.2 segundos; y con la modificación de la configuración de la geometría vial habilitando un carril adicional a la derecha para los vehículos que se dirigen hacia el Este, obtuvo un nivel de servicio vehicular "C" y una mejora en el tiempo de demora de 28.7 segundos. Ambas investigaciones demuestran que, mediante la modificación de la configuración de la geometría vial, se evidencia la mejora en el nivel de servicio vehicular en una intersección, la cual contrasta con los resultados de la situación propuesta de nuestra investigación donde se propuso la continuidad de la vía principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia, evidenciando la mejora del nivel de servicio de la intersección, pasando a un nivel de servicio (Intersection LOS) "B", con una demora (Intersection Signal Delay) de 19.5 segundos y una relación volumen/capacidad (V/C) de 0.93.

En la misma forma, para Jara (2024) en su tesis Propuesta de mejora del nivel de servicio para Avenida Lambramani y Avenida Pizarro, tramo Av. Los Incas – Av. Guardia Civil, obtuvo como resultado de las tres intersecciones evaluadas durante las horas de máxima demanda, niveles de servicio "F". Igualmente, para Rey (2024) en su tesis Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en la intersección de la Av. Abancay la intersección de las avenidas Jr. Amazonas, Jr. Ancash y Jr. Junín, Lima – Cercado de Lima, obtuvo como resultado de las tres intersecciones evaluadas niveles de servicio "D, D y F", con tiempos de demoras de 50, 51 y 57 segundos, respectivamente para cada intersección. Así pues, para Ávila (2023) en su tesis Modelaje, análisis y propuesta de intervención para una intersección conflictiva en Asunción, Paraguay, por medio de microsimulación computacional con el software PTV Vissim, mediante la recolección de datos de campo y evaluación en la simulación, obtuvo como resultado una intersección saturada con un nivel de servicio promedio

“F”. Bajo los resultados de estas tres últimas investigaciones, una de las propuestas de mejora para la operación de la intersección fue la optimización de los semáforos, la cual contrasta con la situación propuesta de nuestra investigación, donde al realizar la optimización del ciclo semafórico, se complementó a la mejora del nivel de servicio (Intersection LOS) de la intersección.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluyó que la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia influye en la mejora del nivel de servicio vehicular en la intersección, puesto que el funcionamiento operacional se vio optimizado, reduciendo el congestionamiento vehicular durante la hora de mayor demanda.
- Se determinó que el nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, es “F”, siendo la categoría más baja en el nivel de servicio, donde los conductores experimentan demoras para cruzar la intersección a causa del tránsito lento de los vehículos. Mediante la simulación en el software Synchro 11.0 también se obtuvo como resultados demoras de 110.1 segundos y una relación volumen/capacidad (V/C) de la intersección de 1.23, evidenciando la saturación de la vía.
- Se determinó que el nivel de servicio vehicular en la intersección Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar es “B”, siendo la segunda categoría más alta en el nivel de servicio, donde los conductores tienen un mejor desplazamiento de sus vehículos. Asimismo, con la simulación en el software Synchro 11.0 también se obtuvo como resultados demoras de 19.5 segundos y una relación volumen/capacidad (V/C) de la intersección de 0.93, evidenciando una operación más eficiente de la intersección.
- Se evaluó que la variación entre el nivel de servicio vehicular de la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar, mejora notablemente, pasando de un nivel de servicio “F” a “B”; asimismo, se evidencia una disminución en los resultados de demora pasando de 110.1 segundos a 19.5 segundos. En la misma forma, para la relación volumen/capacidad (V/C) de la intersección pasa

de 1.23 a 0.93, por lo que la vía ya no se encuentra saturada y confirma que la continuidad de las vías contribuye a optimizar la operatividad de la intersección.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades competentes la realización de un estudio de ingeniería a nivel Expediente Técnico para la evaluación de la viabilidad de implementar la continuidad de las vías principal y auxiliar de la Av. Próceres de la Independencia en la intersección estudiada, considerando los aspectos técnicos y económicos sobre nuestros resultados.
- Se recomienda realizar un monitoreo periódico de los indicadores de tránsito como el flujo vehicular, el nivel de servicio, la demora promedio, relación volumen/capacidad (V/C) para la identificación del comportamiento operacional de la intersección y efectuar ajustes esenciales conforme varíe la demanda vehicular.
- Se recomienda optimizar los tiempos semafóricos de la intersección Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque como medida complementaria a la propuesta de diseño geométrico, con el fin de aprovechar las mejoras de los resultados obtenidos en la simulación y mantener un funcionamiento eficiente.
- Se recomienda a las entidades responsables de la gestión del tránsito la aplicación de programas de simulación como el software Synchro 11.0 para el apoyo en la evaluación de alternativas antes de ejecutar modificaciones en la infraestructura vial.

VIII. REFERENCIAS

Arias, O. (2023). *Análisis de la capacidad y el nivel de servicio de la doble calzada Buga-Tuluá-La Paila-La Victoria aplicando el manual para vías multicarril del Invias 2022* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/items/ea27ce90-a9c2-4013-b9a8-c0ab60cabf51

Ávila, T. (2023). *Modelaje, análisis y propuesta de intervención para una intersección conflictiva en Asunción, Paraguay, por medio de microsimulación computacional con el software PTV Vissim* [Tesis de licenciatura, Universidad Federal de la Integración Latinoamericana]. Repositorio Institucional UNILA. https://dspace.unila.edu.br/items/c0bcc7e1-774e-44fd-b519-8bbd4eca19e1

Burneo, U., y Grau, A. (2025). *Análisis y propuesta de mejoramiento vial en la Av. Sullana entre la Av. Andrés Avelino Cáceres y Sánchez Cerro* [Tesis de titulación, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional UDEP. https://pirhua.udep.edu.pe/item/a7fd178d-84ce-4f3a-95c8-ef5b0bee1c84

Cal, R. y Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. (8° ed.). Alfa Omega.

City of Vancouver (2022). *Guidelines for using synchro version 10*. https://share.google/bvjrAPZrEVy2qycWe

Instituto Nacional de Estadística e Informática (17 de enero de 2024). *Población de la provincia de Lima supera los 10 millones 292 mil habitantes*. https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n-005-2024-inei.pdf

Jara, M. (2024). *Propuesta de mejora del nivel de servicio para Avenida Lambramani y Avenida Pizarro, tramo Av. Los Incas – Av. Guardia Civil* [Tesis de titulación, Universidad

Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unsa.edu.pe/items/092ec67c-6639-418e-945c-4e7aa6b15fad

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Manual de Carreteras: Diseño geométrico* (DG-2018). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ordenanza N° 341-2001-MML. Aprueban el Plano del Sistema Vial Metropolitano de Lima (09 de noviembre de 2001). https://share.google/OBTOUN8uPwPo48NNx

Quiliche, M. (2026). *Nivel de servicio de la Avenida Perú, tramo comprendido entre el Jr. José Gálvez y el Jr. Cinco Esquinas, mediante la metodología del HCM 2010* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Cajamarca Andes]. Repositorio Institucional UNC. https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/9976

Rendon, K., Rodríguez, J., y Rincón, E. (2022). *Rediseñar y mejorar los tiempos de la semaforización por medio del software de simulación Vissim de la carreta 23 con calle 14 en el municipio de Acacias Meta* [Tesis de titulación, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/a24c51a7-91f1-42f2-8d4e-a272bfbb32ac

Rey, V. (2024). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en la intersección de la Av. Abancay la intersección de las avenidas Jr. Amazonas, Jr. Ancash y Jr. Junín, Lima – Cercado de Lima* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673964

IX. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Diseño Metodológico
Problema General: ¿De qué manera influye la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque? **Problemas Específicos:** PE1: ¿Cuál es el nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque? PE2: ¿Cuál es el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar? PE3: ¿Cómo varía el nivel de servicio vehicular al comparar la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque?	**Objetivo General:** Evaluar la influencia de la continuidad de las vías principal y auxiliar en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima. **Objetivos Específicos:** • Determinar cuál es el nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque. • Determinar cuál es el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar. • Evaluar cómo varía el nivel de servicio vehicular al comparar la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque.	**Hipótesis General:** La continuidad de las vías principal y auxiliar influye en el nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima. **Hipótesis Específicas:** •El nivel de servicio vehicular de la situación actual en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque es crítica. •El nivel de servicio vehicular en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, considerando la continuidad de las vías principal y auxiliar, es mejor que el de la situación actual. •Evaluando la situación actual con el escenario que considera la continuidad de las vías principal y auxiliar en la intersección de la Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque, se conocerá cómo varía el nivel de servicio vehicular en dicha intersección.	**Variable Independiente:** Continuidad de las vías principal y auxiliar. **Variable Dependiente:** Nivel de servicio vehicular en la intersección Av. Próceres de la Independencia con la Av. El Bosque.	Dimensión 1: Continuidad vial Dimensión 2: Características geométricas Dimensión 1: Calidad de operación Dimensión 2: Demora de control Dimensión 3: Grado de saturación	- Continuidad de la vía principal - Continuidad de la vía auxiliar - Número de carriles - Distribución de carriles - Nivel de servicio (Intersection LOS) - Demora (Intersection Signal Delay) - Relación volumen/capacidad (V/C)	**Tipo:** Aplicada **Enfoque:** Cuantitativo **Nivel:** Explicativo **Diseño:** Experimental

Anexo B. Ficha de Aforo Vehicular

HOJA RESUMEN: NORTE - SUR

INTERSECCION: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE

FECHA: 27/11/2025

DIA : JUEVES **APROXIMACION N-S :** AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA **DISTRITO:** S.J.L.

HORAS DE	AUTOS 1					MOTO LINEAL 0.33					T. INTERPROVINCIAL 3.5					BUS 3					MICROS 2					C. RURAL. 1.25					CAMION 2.5					MOTOTAXI 0.75					CAMION >2E 3.5					TOTAL	suma	GRAN	SUMA
CONTROL	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	X 1/4 HORA	horaria	TOTAL	HORARIA
7:00-7:15	191	21	65		2	32					0	0	0			0	14	0	0	0	0	18	0			1	13	0	0		3	0	0	0	0	4	11	10	3	3	0	0	0			391		648	
7:15-7:30	180	16	49		0	33					0	0	0			0	12	0	0	0	0	21	0			1	15	0	1		1	1	0	0	0	5	10	13	2	3	0	0	0			363		644	
7:30-7:45	210	13	36		2	20					0	0	0			1	18	0	0	0	0	18	0			5	10	0	0		0	2	1	0	0	7	4	6	5	0	0	0	0			358		685	
7:45-8:00	205	21	38		0	25					0	0	0			5	22	0	0	0	17	29	0			15	11	2	0		3	4	2	0	0	5	9	6	5	0	1	0	0			425	1537	747	2724
8:00-8:15	218	20	42		4	32					0	0	0			4	14	0	0	0	8	33	0			4	13	0	0		1	12	2	1	0	5	9	10	3	0	0	1	0			436	1582	783	2859
8:15-8:30	196	14	55		1	30					0	2	0			0	31	0	0	0	6	42	0			0	21	2	0		0	14	3	0	1	3	9	10	1	0	0	0	2			443	1662	771	**2986**
8:30-8:45	221	8	38		3	24					0	0	1			0	15	0	0	0	0	30	0			0	14	1	0		4	6	3	0	1	9	3	6	0	0	1	0	0			388	1692	676	2977
8:45-9:00	190	0	43		0	25					0	4	0			0	14	0	0	0	4	25	0			0	9	1	0		2	9	2	0	0	9	4	14	3	0	0	0	0			358	1625	668	2898
9:00-9:15	198	8	50		2	22					0	2	0			0	12	0	0	0	0	18	0			0	6	0	0		1	5	5	0	0	13	1	6	2	0	0	0	0			351	1540	675	2790
9:15-9:30	186	6	31		0	30					0	0	0			0	22	0	0	0	2	23	0			2	7	0	0		4	5	1	0	0	7	5	5	2	0	0	0	0			338	1435	690	2709
9:30-9:45	214	6	33		1	29					0	0	1			0	17	0	0	0	0	27	0			0	13	0	1		0	17	0	1	0	6	10	8	0	0	0	2	2			388	1435	729	2762
9:45-10:00	193	5	38		3	28					0	2	0			0	17	0	0	0	0	25	0			0	11	0	0		2	7	1	0	0	10	3	9	3	0	1	2	0			360	1437	652	2746
10:00-10:15																																													0	1086	0	2071
10:15-10:30																																													0	748	0	1381
10:30-10:45																																													0	360	0	652
10:45-11:00																																													0	0	0	0
11:00-11:15																																													0	0	0	0
11:15-11:30																																													0	0	0	0
11:30-11:45																																													0	0	0	0
11:45-12:00																																													0	0	0	0
12:00-12:15	155	29	20		3	21					0	0	0			0	15	0	0	0	0	21	0			0	9	0			2	16	0	0	0	6	2	4	0	0	0	1	0			304	304	589	589
12:15-12:30	172	11	41		2	26					0	0	0			0	18	0	0	0	0	27	0			0	8	0			2	15	4	0	0	5	3	13	0	0	1	0	0			348	652	633	1222
12:30-12:45	165	17	28		1	23					0	2	0			1	15	0	0	0	0	29	0			1	8	0			3	8	1	0	0	12	4	8	0	0	1	0	0			327	979	615	1837
12:45-13:00	156	25	37		1	26					0	0	0			0	13	0	0	0	0	25	0			2	7	0			3	4	2	0	0	5	6	3	0	0	0	0	0			315	1294	682	2519
13:00-13:15	150	61	23		0	19					0	0	0			0	18	0	0	0	0	38	0			1	10	1			8	15	3	0	1	13	5	15	0	0	0	0	0			381	1371	738	2668
13:15-13:30	115	56	26		0	21					0	2	0			0	15	0	0	0	0	27	0			1	11	0			4	14	3	0	0	8	5	3	0	0	2	1	0			314	1337	646	2681
13:30-13:45	137	68	23		2	25					0	1	0			1	17	0	0	0	0	26	0			0	10	0			3	10	2	0	0	7	6	2	0	0	1	2	0			343	1353	707	2773
13:45-14:00	140	51	15		2	27					0	1	0			0	16	0	0	0	0	20	0			0	9	0			2	14	3	0	0	10	4	4	0	0	0	1	0			319	1357	642	2733
14:00-14:15	121	87	20		3	23					0	0	0			2	13	0	0	0	0	22	0			1	5	1			3	14	1	0	0	9	7	5	0	0	1	0	0			338	1314	672	2667
14:15-14:30	127	45	26		1	23					0	0	0			0	21	0	0	0	0	26	0			0	10	0			3	13	4	0	1	10	5	6	0	0	2	0	0			323	1323	724	2745
14:30-14:45	181	31	28		3	22					0	1	0			0	20	0	0	0	0	21	0			0	8	0			2	12	2	0	0	12	2	8	0	0	0	0	0			353	1333	699	2737
14:45-15:00	209	23	36		0	29					0	1	0			1	17	0	0	0	0	21	0			1	13	0			1	13	1	0	0	10	4	13	0	0	1	2	0			396	1410	764	**2859**
15:00-15:15																																													0	1072	0	2187
15:15-15:30																																													0	749	0	1463
15:30-15:45																																													0	396	0	764
15:45-16:00																																													0	0	0	0
16:00-16:15																																													0	0	0	0
16:15-16:30																																													0	1729	0	0
16:30-16:45																																													0	1410	0	0
16:45-17:00																																													0	0	0	0
17:00-17:15	114	84	41		0	17					0	3	0			1	12	1	1	1	0	28	2			1	9	1			9	14	0	0	0	11	5	8	0	1	0	0	0			364	364	721	721
17:15-17:30	112	109	38		0	23					0	0	0			0	14	0	0	0	0	23	1			1	8	2			5	2	2	0	0	5	4	9	0	1	0	0	0			359	723	691	1412
17:30-17:45	110	77	36		0	20					0	1	0			0	16	0	0	0	0	30	0			0	10	1			1	10	1	0	0	7	6	4	0	1	0	0	0			331	1054	683	2095
17:45-18:00	135	46	44		2	18					0	0	0			0	21	0	0	0	1	25	0			1	12	1			4	4	2	0	0	5	8	4	0	2	0	0	1			336	1390	700	2795
18:00-18:15	169	46	21		0	24					0	2	0			1	20	0	0	0	1	35	1			0	12	2			1	7	0	0	0	8	11	4	0	0	0	0	0			365	1391	744	2818
18:15-18:30	143	70	36		0	21					0	0	0			0	15	0	0	0	1	36	1			0	12	1			5	7	3	0	0	10	10	7	0	0	0	0	0			378	1410	751	2878
18:30-18:45	162	61	32		0	23					0	1	0			0	16	1	0	0	0	36	2			1	14	0			6	4	2	0	1	12	4	9	0	0	0	1	0			388	1467	740	2935
18:45-19:00	146	54	34		0	22					0	0	0			1	10	0	0	0	0	32	0			0	11	0			3	1	4	0	1	8	1	7	0	0	0	0	0			335	1466	747	**2982**
19:00-19:15	141	49	26		0	23					0	0	0			1	11	0	0	0	0	25	0			0	10	1			3	5	1	0	0	4	6	3	0	0	0	0	0			309	1410	685	2923
19:15-19:30	106	35	17		0	16					0	4	0			0	12	0	0	0	0	24	0			0	8	1			2	3	2	0	0	3	13	5	0	0	0	0	0			251	1283	584	2756
19:30-19:45	89	49	15		0	15					0	2	0			0	16	0	0	0	0	24	0			0	9	0			4	1	1	0	0	2	7	1	0	0	0	0	0			235	1130	576	2592
19:45-20:00	79	37	12			16					0	1	0			1	14	0	0	0	0	23	0			0	7	0			4	4	1	0	0	2	5	4	0	0	0	1	0			211	1006	604	2449
20:00-20:15																																													0	697	0	1764
20:15-20:30																																													0	446	0	1180
20:30-20:45																																													0	211	0	604
20:45-21:00																																													0	0	0	0
21:00-21:15																																													0	0	0	0
21:15-21:30																																													0	0	0	0
21:30-21:45																																													0	0	0	0
21:45-22:00																																													0	0	0	0
22:00-22:15																																													0	0	0	0
22:15-22:30																																													0	0	0	0
22:30-22:45																																													0	0	0	0
22:45-23:00																																													0	0	0	0
23:00-23:15																																																
23:15-23:30																																																
H.P A.M	**829**	**68**	**171**	**0**	**7**	**0**	**107**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**10**	**85**	**0**	**0**	**0**	**31**	**122**	**0**	**0**	**0**	**24**	**55**	**4**	**0**	**0**	**4**	**32**	**8**	**1**	**1**	**20**	**31**	**32**	**14**	**0**	**1**	**1**	**2**	**0**	**0**				
H.P M.M	**638**	**186**	**110**	**0**	**7**	**0**	**97**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**3**	**71**	**0**	**0**	**0**	**0**	**90**	**0**	**0**	**0**	**2**	**36**	**1**	**0**	**0**	**9**	**52**	**8**	**0**	**1**	**41**	**18**	**32**	**0**	**0**	**4**	**2**	**0**	**0**	**0**				
H.P P.M	**620**	**231**	**123**	**0**	**0**	**0**	**90**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**	**61**	**1**	**0**	**0**	**2**	**139**	**4**	**0**	**0**	**1**	**49**	**3**	**0**	**0**	**15**	**19**	**9**	**0**	**2**	**38**	**26**	**27**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**				

HOJA RESUMEN: SUR - NORTE

INTERSECCION: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE

FECHA: 27/11/2025

DIA : JUEVES — **APROXIMACION** — **S-N :** AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA — **DISTRITO:** S.J.L.

HORAS DE	AUTOS				1	MOTO LINEAL				0.33	T. INTERPROVINCIAL				3.5	BUS				3	MICROS				2	C. RURAL				1.25	CAMION				2.5	MOTOTAXI				0.75	CAMION>2E				3.5	TOTAL	suma
CONTROL	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	20	21	22	23	24	X 1/4 HOR	horaria
7:00-7:15	78	54	3	2	1	7					0	0				0	9				0	22				0	11	0	0		3	8	0	0	0	4	4	3	0	0	0	0	0				209	
7:15-7:30	75	51	2	3	1	9					0	0				0	12				0	23				0	8	0	1		2	6	0	0	1	6	2	3	0	0	0	0	0				205	
7:30-7:45	69	75	3	8	0	15					0	0				1	12				0	25				0	10	0	0		4	9	0	1	0	5	1	2	1	0	0	0	0				241	
7:45-8:00	76	95	0	10	1	6					0	0				0	15				0	21				1	14	0	0		3	6	0	2	0	4	0	4	3	0	0	0	0				261	916
8:00-8:15	80	101	4	12	3	2					0	0				0	19				0	33				0	12	0	0		7	1	0	1	0	8	0	2	4	0	0	1	0				290	997
8:15-8:30	81	88	3	6	1	9					0	0				0	13				1	19				0	6	0	0		9	3	0	1	0	8	8	1	0	0	1	0	0				258	1050
8:30-8:45	83	86	2	7	2	10					0	0				0	11				0	21				1	12	0	0		0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0				247	1056
8:45-9:00	89	79	4	5	1	15					0	0				0	14				0	23				0	17	0	0		0	0	0	0	0	5	5	0	1	0	0	0	0				258	1053
9:00-9:15	73	88	6	3	0	9					0	0				1	12				0	22				0	22	0	0		5	10	1	0	0	6	7	2	2	0	0	0	0				269	1032
9:15-9:30	71	103	5	5	2	0					0	0				1	23				0	33				1	20	0	0		9	5	0	0	0	8	4	2	0	0	0	2	0				294	1068
9:30-9:45	80	97	5	3	1	10					0	0				0	17				0	38				0	10	0	0		6	12	1	0	0	3	4	3	2	0	0	2	0				294	1115
9:45-10:00	83	66	3	6	1	6					0	0				0	15				0	27				1	7	0	0		8	6	1	0	0	7	1	5	0	0	1	0	0				244	1101
10:00-10:15																																														0	832
10:15-10:30																																														0	538
10:30-10:45																																														0	244
10:45-11:00																																														0	0
11:00-11:15																																														0	0
11:15-11:30																																														0	0
11:30-11:45																																														0	0
11:45-12:00																																														0	0
12:00-12:15	97	48	6	2	1	20					0	0				0	11				0	19				0	6	0	0		0	0	1	0	0	5	4	0	0	0	0	0	1				221	221
12:15-12:30	105	48	2	4	0	15					0	0				0	13				0	20				1	4	0	0		3	3	0	0	0	8	2	1	0	0	2	0	0				231	452
12:30-12:45	99	67	7	2	3	5					0	0				0	17				0	21				0	4	0	0		9	7	0	1	0	6	1	3	3	0	0	0	0				255	707
12:45-13:00	107	96	2	0	0	21					0	0				0	16				0	25				2	8	0	0		6	12	0	0	0	5	9	2	0	0	1	1	0				313	1020
13:00-13:15	112	86	7	0	2	14					0	0				4	14				0	19				1	10	0	0		8	7	0	0	0	5	3	3	0	5	0	0	0				300	1099
13:15-13:30	92	71	2	3	1	12					0	0				0	19				0	30				2	6	1	0		12	5	0	2	1	6	5	2	0	0	0	0	0				272	1140
13:30-13:45	96	92	5	4	1	13					0	0				0	18				0	32				2	4	0	0		8	10	0	0	0	5	6	2	1	1	0	0	0				300	1185
13:45-14:00	80	103	4	2	0	11					0	0				0	16				0	23				0	14	0	0		5	7	1	0	0	6	4	5	0	1	0	0	0				282	1154
14:00-14:15	62	114	3	3	0	6					0	0				0	19				1	22				1	8	2	0		12	9	2	0	0	6	6	5	0	0	0	0	0				281	1135
14:15-14:30	100	123	4	4	3	10					0	0				0	20				0	17				1	6	0	1		11	11	0	1	0	7	1	3	2	2	0	0	0				327	1190
14:30-14:45	86	84	5	7	5	10					0	0				0	16				0	21				1	6	1	0		9	1	1	2	0	11	9	2	1	1	0	0	0				279	1169
14:45-15:00	88	89	3	2	3	18					0	0				0	15				1	32				2	3	0	1		12	8	0	0	0	8	4	5	0	0	0	0	0				294	1181
15:00-15:15																																														0	900
15:15-15:30																																														0	573
15:30-15:45																																														0	294
15:45-16:00																																														0	0
16:00-16:15																																														0	0
16:15-16:30																																														0	0
16:30-16:45																																														0	0
16:45-17:00																																														0	0
17:00-17:15	112	103	2	4	0	16					0	0				1	9				0	24				1	7	0	0		11	6	0	0	0	17	1	5	0	0	0	0	0				319	319
17:15-17:30	92	72	7	2	0	13					0	0				0	17				0	31				0	8	0	0		11	2	1	0	0	7	5	6	0	0	0	0	0				274	593
17:30-17:45	102	90	2	0	2	23					0	0				1	17				0	36				2	8	0	0		6	2	0	0	0	9	4	2	0	0	0	0	0				306	899
17:45-18:00	109	101	4	1	2	19					0	0				1	21				4	21				3	6	0	0		6	1	1	0	0	3	12	5	0	0	0	0	0				320	1219
18:00-18:15	118	104	4	0	1	20					0	0				1	14				0	14				2	7	0	0		7	4	1	0	0	2	4	4	0	0	0	0	0				307	1207
18:15-18:30	140	67	5	4	2	19					0	0				1	12				0	15				2	14	0	0		5	3	0	0	0	8	1	3	0	0	0	0	0				301	1234
18:30-18:45	122	57	4	3	1	23					1	0				1	18				9	12				7	7	0	0		2	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0				282	1210
18:45-19:00	131	98	3	1	1	21					1	0				0	20				0	17				0	11	0	0		3	2	0	0	0	5	5	2	0	0	0	0	0				321	1211
19:00-19:15	115	92	3	1	1	19					1	0				1	17				2	26				2	12	0	0		2	2	0	0	0	3	11	0	0	0	0	1	0				311	1215
19:15-19:30	114	57	0	2	3	18					0	0				0	17				2	32				1	6	0	0		6	2	0	0	0	9	3	1	0	0	0	0	0				273	1187
19:30-19:45	130	63	3	2	1	24					0	0				1	20				1	36				1	9	0	0		3	2	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0				302	1207
19:45-20:00	112	97	1	2	1	15					0	0				1	22				2	36				1	8	0	0		4	3	1	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0				320	1206
20:00-20:15																																														0	895
20:15-20:30																																														0	622
20:30-20:45																																														0	320
20:45-21:00																																														0	0
21:00-21:15																																														0	0
21:15-21:30																																														0	0
21:30-21:45																																														0	0
21:45-22:00																																														0	0
22:00-22:15																																														0	0
22:15-22:30																																														0	0
22:30-22:45																																														0	0
22:45-23:00																																														0	0
23:00-23:15																																															
23:15-23:30																																															
H.P A.M	**306**	**359**	**10**	**36**	**5**	**0**	**32**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**59**	**0**	**0**	**0**	**1**	**98**	**0**	**0**	**0**	**1**	**42**	**0**	**0**	**0**	**23**	**19**	**0**	**5**	**0**	**25**	**9**	**9**	**8**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**		
H.P M.M	**336**	**410**	**15**	**16**	**11**	**0**	**44**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**70**	**0**	**0**	**0**	**2**	**92**	**0**	**0**	**0**	**5**	**23**	**3**	**2**	**0**	**44**	**29**	**3**	**3**	**0**	**32**	**20**	**15**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		
H.P P.M	**511**	**326**	**16**	**8**	**5**	**0**	**83**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**64**	**0**	**0**	**0**	**9**	**58**	**0**	**0**	**0**	**11**	**39**	**0**	**0**	**0**	**17**	**14**	**1**	**0**	**0**	**20**	**15**	**9**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		

HOJA RESUMEN: ESTE - OESTE

INTERSECCION: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE

FECHA: 27/11/2025

DIA : JUEVES **APROXIMACION** **E-O :** AV. EL BOSQUE **DISTRITO:** S.J.L.

HORAS DE	AUTOS 1				MOTO LINEAL 0.33				T. INTERPROVINCI 3.5				BUS 3				MICROS 2				C. RURAL. 1.25				CAMION 2.5				MOTOTAXI 0.75				CAMION >2E 3.5				TOTAL	suma
CONTROL	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	X 1/4 HORA	horaria
7:00-7:15		8	0	3																	0					0	0	1		7	0	0					19	
7:15-7:30		7	0	1																	0					0	0	0		5	0	1					14	
7:30-7:45		9	2	0																	0					0	0	0		3	0	0					14	
7:45-8:00		7	1	0																	1					0	0	2		4	0	2					17	64
8:00-8:15		20	0	1																	0					0	1	0		0	0	0					22	67
8:15-8:30		7	0	7																	0					1	0	2		5	0	1					23	76
8:30-8:45		5	0	5																	0					0	0	0		3	0	0					13	75
8:45-9:00		11	4	4																	0					3	0	2		2	3	1					30	88
9:00-9:15		5	5	3																	0					4	1	1		8	0	4					31	97
9:15-9:30		4	4	4																	0					2	0	0		4	1	2					21	95
9:30-9:45		5	2	3																	1					3	0	1		5	0	0					20	102
9:45-10:00		6	0	3																	0					0	0	0		2	0	0					11	83
10:00-10:15																																					0	52
10:15-10:30																																					0	31
10:30-10:45																																					0	11
10:45-11:00																																					0	0
11:00-11:15																																					0	0
11:15-11:30																																					0	0
11:30-11:45																																					0	0
11:45-12:00																					0																0	0
12:00-12:15		10	3	2																	1					1	0	0		6	0	2					25	25
12:15-12:30		3	0	1																	0					0	0	1		3	0	0					8	33
12:30-12:45		7	3	1																	0					3	1	0		0	0	0					15	48
12:45-13:00		10	6	1																	1					3	0	1		8	1	0					31	79
13:00-13:15		6	3	1																	0					1	0	0		0	1	1					13	67
13:15-13:30		4	3	4																	0					1	0	1		10	1	1					25	84
13:30-13:45		3	2	4																	0					0	0	0		4	2	1					16	85
13:45-14:00		3	3	5																	0					0	0	1		2	1	1					16	70
14:00-14:15		5	7	4																	0					2	0	0		2	3	3					26	83
14:15-14:30		8	3	9																	1					1	1	0		2	1	1					27	85
14:30-14:45		9	3	5																	0					3	0	1		8	1	3					33	102
14:45-15:00		13	5	4																	1					1	1	2		9	0	2					38	124
15:00-15:15																																					0	98
15:15-15:30																																					0	71
15:30-15:45																																					0	38
15:45-16:00																																					0	0
16:00-16:15																																					0	0
16:15-16:30																																					0	0
16:30-16:45																																					0	0
16:45-17:00																																					0	0
17:00-17:15		8	0	0																	0					4	0	0		9	0	1					22	22
17:15-17:30		6	4	3																	0					2	0	0		6	2	1					24	46
17:30-17:45		11	4	2																	0					1	0	0		6	1	0					25	71
17:45-18:00		10	0	0																	0					1	0	0		5	0	1					17	88
18:00-18:15		6	3	0																	0					2	0	0		6	0	0					17	83
18:15-18:30		5	2	2																	0					3	0	0		2	1	0					15	74
18:30-18:45		10	1	2																	0					1	0	0		4	1	0					19	68
18:45-19:00		11	4	1																	0					3	0	2		8	1	0					30	81
19:00-19:15		10	3	5																	0					0	0	0		2	0	2					22	86
19:15-19:30		8	4	3																	0					1	0	0		2	0	0					18	89
19:30-19:45		6	1	0																	0					0	0	0		7	1	0					15	85
19:45-20:00		9	1	2																	0					1	0	0		3	2	0					18	73
20:00-20:15																																					0	51
20:15-20:30																																					0	33
20:30-20:45																																					0	18
20:45-21:00																																					0	0
21:00-21:15																																					0	0
21:15-21:30																																					0	0
21:30-21:45																																					0	0
21:45-22:00																																					0	0
22:00-22:15																																					0	0
22:15-22:30																																					0	0
22:30-22:45																																					0	0
22:45-23:00																																					0	0
23:00-23:15																																						
23:15-23:30																																						
H.P A.M	**0**	**43**	**3**	**8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**4**	**0**	**12**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**		
H.P P.M	**0**	**35**	**18**	**22**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**7**	**2**	**3**	**0**	**21**	**5**	**9**	**0**	**0**	**0**	**0**		
H.P P.M	**0**	**32**	**10**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**	**0**	**2**	**0**	**20**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		

HOJA RESUMEN: OESTE - ESTE

INTERSECCION: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA - AV. EL BOSQUE

FECHA: 27/11/2025

DIA : JUEVES

APROXIMACION O-E : AV. EL BOSQUE

DISTRITO: S.J.L.

HORAS DE	AUTOS			1	MOTO LINEAL			0.33	T. INTERPROVINCI			3.5	BUS			3	MICROS			2	C. RURAL.			1.25	CAMION			2.5	MOTOTAXI			0.75	CAMION >2E			3.5	TOTAL	suma
CONTROL	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	X 1/4 HORA	horaria
7:00-7:15		3	1	11																						0	1	0		1	1	11		0			29	
7:15-7:30		11	4	22																						0	0	1		16	0	8		0			62	
7:30-7:45		28	2	21																						0	0	0		9	1	10		1			72	
7:45-8:00		30	0	8																						0	0	0		3	0	3		0			44	207
8:00-8:15		13	2	10																						0	0	0		6	0	4		0			35	213
8:15-8:30		21	0	15																						0	0	0		9	0	2		0			47	198
8:30-8:45		7	0	13																						1	0	1		3	0	3		0			28	154
8:45-9:00		5	0	11																						0	0	0		2	0	4		0			22	132
9:00-9:15		4	1	12																						0	0	0		2	0	5		0			24	121
9:15-9:30		6	0	23																						1	0	0		3	0	4		0			37	111
9:30-9:45		2	0	16																						0	0	0		4	0	5		0			27	110
9:45-10:00		7	0	20																						0	0	3		4	0	3		0			37	125
10:00-10:15																																					0	101
10:15-10:30																																					0	64
10:30-10:45																																					0	37
10:45-11:00																																					0	0
11:00-11:15																																					0	0
11:15-11:30																																					0	0
11:30-11:45																																					0	0
11:45-12:00																																					0	0
12:00-12:15		5	1	22																						0	1	1		3		6		0			39	39
12:15-12:30		6	3	25																						1	0	0		3		8		0			46	85
12:30-12:45		3	0	11																						0	0	1		1		2		0			18	103
12:45-13:00		7	0	12																						0	0	0		0		4		0			23	126
13:00-13:15		8	0	25																						0	0	0		4		7		0			44	131
13:15-13:30		6	0	23																						0	0	0		3		3		0			35	120
13:30-13:45		7	1	28																						0	0	0		6		6		0			48	150
13:45-14:00		3	2	13																						0	0	1		4		2		0			25	152
14:00-14:15		6	1	15																						0	0	0		1		4		0			27	135
14:15-14:30		13	0	24																						0	0	3		1		6		0			47	147
14:30-14:45		8	0	16																						1	0	0		2		7		0			34	133
14:45-15:00		7	0	22																						0	0	0		3		4		0			36	144
15:00-15:15																																					0	117
15:15-15:30																																					0	70
15:30-15:45																																					0	36
15:45-16:00																																					0	0
16:00-16:15																																					0	0
16:15-16:30																																					0	0
16:30-16:45																																					0	0
16:45-17:00																																					0	0
17:00-17:15		3	0	11																						0		0		0		2		0			16	16
17:15-17:30		4	0	23																						0		0		3		4		0			34	50
17:30-17:45		2	0	13																						0		1		0		5		0			21	71
17:45-18:00		3	2	18																						0		0		1		3		0			27	98
18:00-18:15		6	1	39																						1		1		2		5		0			55	137
18:15-18:30		4	1	43																						0		0		3		6		0			57	160
18:30-18:45		7	1	38																						0		0		2		3		0			51	190
18:45-19:00		6	0	44																						0		1		4		6		0			61	224
19:00-19:15		5	1	33																						0		0		1		3		0			43	212
19:15-19:30		4	0	34																						0		0		0		4		0			42	197
19:30-19:45		3	0	21																						0		0		0		0		0			24	170
19:45-20:00		7	0	45																						0		0		1		2		0			55	164
20:00-20:15																																					0	121
20:15-20:30																																					0	79
20:30-20:45																																					0	55
20:45-21:00																																					0	0
21:00-21:15																																					0	0
21:15-21:30																																					0	0
21:30-21:45																																					0	0
21:45-22:00																																					0	0
22:00-22:15																																					0	0
22:15-22:30																																					0	0
22:30-22:45																																					0	0
22:45-23:00																																					0	0
23:00-23:15																																						
23:15-23:30																																						
H.P A.M	**0**	**92**	**4**	**54**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**27**	**1**	**19**	**0**	**1**	**0**	**0**		
H.P P.M	**0**	**34**	**1**	**77**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**3**	**0**	**7**	**0**	**21**	**0**	**0**	**0**	**0**		
H.P P.M	**0**	**23**	**3**	**164**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**	**11**	**0**	**20**	**0**	**0**	**0**	**0**		

Anexo C. Reporte de la Simulación – Situación Actual

Lanes, Volumes, Timings
6: Av. Proc. de la Independencia & Av. El Bosque & Aux. Av. Proc. de la Independencia

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR2	NBL	NBT	NBR	NBR2	Ø6
Lane Configurations									
Traffic Volume (vph)	68	139	76	6	60	853	392	17	
Future Volume (vph)	68	139	76	6	60	853	392	17	
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	
Frt			0.988			0.953			
Flt Protected		0.981				0.998			
Satd. Flow (prot)	0	1734	1650	0	0	2356	0	0	
Flt Permitted		0.981				0.998			
Satd. Flow (perm)	0	1734	1650	0	0	2356	0	0	
Right Turn on Red				Yes				Yes	
Satd. Flow (RTOR)			26			3			
Link Speed (k/h)		50	50			50			
Link Distance (m)		15.2	114.3			106.3			
Travel Time (s)		1.1	8.2			7.7			
Peak Hour Factor	0.60	0.76	0.70	0.55	0.78	0.87	0.85	0.76	
Heavy Vehicles (%)	0%	3%	4%	45%	23%	50%	17%	0%	
Adj. Flow (vph)	113	183	109	11	77	980	461	22	
Shared Lane Traffic (%)									
Lane Group Flow (vph)	0	296	120	0	0	1540	0	0	
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Right	
Median Width(m)		0.0	0.0			0.0			
Link Offset(m)		0.0	2.0			2.0			
Crosswalk Width(m)		1.0	10.0			5.0			
Two way Left Turn Lane									
Headway Factor	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
Turning Speed (k/h)	25			15	25		15	15	
Turn Type	Split	NA	NA		Perm	NA			
Protected Phases	4!	4	8!			2			6
Permitted Phases					2				
Minimum Split (s)	23.0	23.0	23.0		23.0	23.0			23.0
Total Split (s)	35.0	35.0	35.0		50.0	50.0			50.0
Total Split (%)	41.2%	41.2%	41.2%		58.8%	58.8%			59%
Maximum Green (s)	30.0	30.0	30.0		45.0	45.0			45.0
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0			3.0
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0		2.0	2.0			2.0
Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0			0.0			
Total Lost Time (s)		5.0	5.0			5.0			
Lead/Lag									
Lead-Lag Optimize?									
Walk Time (s)	7.0	7.0	7.0		7.0	7.0			7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0		11.0	11.0			11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0		0	0			0
Act Effct Green (s)		30.0	30.0			45.0			
Actuated g/C Ratio		0.35	0.35			0.53			
v/c Ratio		0.48	0.20			1.23			
Control Delay		8.9	16.0			134.8			
Queue Delay		0.0	0.0			2.1			

Lanes, Volumes, Timings
6: Av. Proc. de la Independencia & Av. El Bosque & Aux. Av. Proc. de la Independencia

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR2	NBL	NBT	NBR	NBR2	Ø6
Total Delay		8.9	16.0			136.9			
LOS		A	B			F			
Approach Delay		8.9	16.0			136.9			
Approach LOS		A	B			F			

Intersection Summary			
Area Type:	Other		
Cycle Length: 85			
Actuated Cycle Length: 85			
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBTL and 6:, Start of Green			
Natural Cycle: 90			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.23			
Intersection Signal Delay: 110.1		Intersection LOS: F	
Intersection Capacity Utilization 67.2%		ICU Level of Service C	
Analysis Period (min) 15			

! Phase conflict between lane groups.

Splits and Phases: 6: Av. Proc. de la Independencia & Av. El Bosque & Aux. Av. Proc. de la Independencia



Anexo D. Reporte de la Simulación – Situación Propuesta

Lanes, Volumes, Timings
6: Av. Proc. de la Independencia & Av. El Bosque

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑			↑			↑↑			↑↑	
Traffic Volume (vph)	0	194	0	0	136	0	0	853	0	13	785	0
Future Volume (vph)	0	194	0	0	136	0	0	853	0	13	785	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00
Frt												
Flt Protected											0.999	
Satd. Flow (prot)	0	1748	0	0	1731	0	0	2280	0	0	1963	0
Flt Permitted											0.934	
Satd. Flow (perm)	0	1748	0	0	1731	0	0	2280	0	0	1835	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		16.5			19.4			173.8			142.5	
Travel Time (s)		1.2			1.4			12.5			10.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.76	0.92	0.92	0.70	0.92	0.92	0.87	0.92	0.68	0.71	0.92
Heavy Vehicles (%)	2%	3%	2%	2%	4%	2%	2%	50%	2%	19%	75%	2%
Adj. Flow (vph)	0	255	0	0	194	0	0	980	0	19	1106	0
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	255	0	0	194	0	0	980	0	0	1125	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			5.0			5.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		1.0			1.0			4.8			1.0	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type		NA			NA			NA		Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2			6	
Permitted Phases										6		
Minimum Split (s)		22.5			22.5			22.5		50.0	50.0	
Total Split (s)		22.5			22.5			52.5		52.5	52.5	
Total Split (%)		30.0%			30.0%			70.0%		70.0%	70.0%	
Maximum Green (s)		19.5			19.5			49.5		49.5	49.5	
Yellow Time (s)		3.0			3.0			3.0		3.0	3.0	
All-Red Time (s)		0.0			0.0			0.0		0.0	0.0	
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Total Lost Time (s)		3.0			3.0			3.0			3.0	
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Walk Time (s)		7.0			7.0			7.0		7.0	7.0	
Flash Dont Walk (s)		11.0			11.0			11.0		11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)		0			0			0		0	0	
Act Effct Green (s)		19.5			19.5			49.5			49.5	
Actuated g/C Ratio		0.26			0.26			0.66			0.66	
v/c Ratio		0.56			0.43			0.65			0.93	
Control Delay		7.1			20.7			10.2			26.9	
Queue Delay		0.2			0.1			0.0			3.3	

Lanes, Volumes, Timings
6: Av. Proc. de la Independencia & Av. El Bosque

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Total Delay		7.4			20.8			10.2			30.1	
LOS		A			C			B			C	
Approach Delay		7.4			20.8			10.2			30.1	
Approach LOS		A			C			B			C	

Intersection Summary			
Area Type:	Other		
Cycle Length: 75			
Actuated Cycle Length: 75			
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBT and 6:SBTL, Start of Green			
Natural Cycle: 75			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.93			
Intersection Signal Delay: 19.5		Intersection LOS: B	
Intersection Capacity Utilization 50.1%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 6: Av. Proc. de la Independencia & Av. El Bosque

