



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Optimización de gestión del tráfico para reducir la aglomeración vehicular en la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de octubre y Universitaria con el programa SYNCHRO 11, Lima 2023.

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Solis Bolivar, Josmell Alexander	0009-0005-4759-3012
Garcia Sanchez, Martin	0000-0003-2781-5675

ASESOR(ES)

Llerena Cano, Donald Gustavo	0000-0002-8260-4099
------------------------------	---------------------

Lima, 13 de noviembre de 2023

DEDICATORIA

A toda mi familia, especialmente a mi madre querida “Mama Lolita” que en este momento se encuentra en los cielos, ella que siempre me comprendió y apoyo para lograr mis metas.

Martin García

A mi familia y a mi hijo, quienes han sido mi mayor motivación y apoyo. Este logro es tan suyo como mío. Con cariño y agradecimiento.

Josmell A. Solis

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Peruana de ciencias Aplicadas UPC por habernos acogidos en sus instalaciones durante los años de formación académica.

Agradecemos a nuestro profesor el Ingeniero Gustavo Llerena por darnos su asesoría académica y respaldo durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A nuestra familia que son un impulso para concluir nuestros objetivos.

Por último, a mi compañero de tesis por todo su tiempo y apoyo para el término de esta Tesis.

RESUMEN

En la presente investigación se trata el tema de la aplicación de herramientas tecnológicas, como en este caso con el software Synchro 11, para optimizar la gestión del tránsito vehicular de una concurrida avenida de la ciudad de Lima.

En su desarrollo, se fijó como objetivo dar una oferta vial electiva a los usuarios que se sume a la agilización de los equipos de estimación de tráfico; entre ellos, el nivel de densidad de tránsito, el nivel de ayuda de las convergencias que son importantes para el estudio y las postergaciones por demoras en el tiempo. Para ello se utiliza Traffic Synchro 11, un programa de reproducción que mantiene el sistema del modelo de arreglo, completado a nivel mesoscópico.

Para ello, se revisaron las teorías más actualizadas de investigación, como son las concernientes al software Synchro 11, el cual es viable con el Manual de Capacidad de Carretera HCM 2010.

Se ha llegado a la conclusión de que es posible optimizar el flujo de tráfico vehicular mediante una propuesta elaborada que utiliza de manera adecuada el programa Traffic Synchro 11 junto con los sistemas de prueba de tráfico, en comparación con la situación actual del área de estudio.

La importancia de la presente investigación radicó en optimizar la gestión del tránsito vehicular a través de un software especializado, mejorando los tiempos de circulación en la vía estudiada y reduciendo por lo tanto su saturación.

Palabras Clave: Tránsito, Intersecciones semaforizadas, Demoras, Saturación.

ABSTRACT

This research deals with the application of technological tools, as in this case, the Synchro 11 software, to optimize the management of vehicular traffic on a busy avenue in the city of Lima.

In its development, the objective was set to provide an elective road offer to users that adds to the streamlining of traffic estimation equipment; among them, the level of traffic density, the level of help of the convergences that are important for the study, and the postponements due to delays in time. For this, Traffic Synchro 11 is used, a playback program that maintains the arrangement model system, completed at the mesoscopic level.

For this, the most up-to-date research theories were reviewed, such as those concerning the Synchro software, which is viable with the Highway Capacity Manual – HCM 2010.

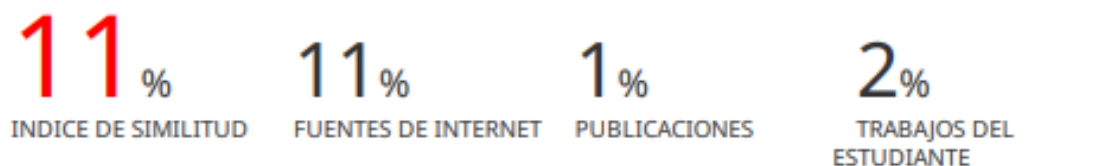
It has been concluded that it is possible to optimize the flow of vehicular traffic through an elaborate proposal that appropriately uses the Traffic Synchro 11 program together with traffic test systems, compared to the current situation in the study area.

The importance of this research lies in optimizing the management of vehicular traffic through specialized software, improving circulation times on the studied road, and therefore reducing its saturation.

Keywords: Traffic, signalized intersections, delays, saturation

u201318482_Solis Bolivar, Josmell Alexander_Optimizaci3n de gesti3n del tr1fico para reducir la aglomeraci3n vehicular en la Av. Per3 en el intervalo de la Av. 12 de octubre y Universitaria con

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	8
1.1 MARCO CONCEPTUAL / BASE TEÓRICA	8
1.1.1. Programa Traffic Synchro 11	8
1.2.1. Optimización de gestión del tráfico	10
2. METODOLOGÍA	13
2.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	13
2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.3. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS	14
3. RESULTADOS	15
3.1. CARACTERIZAR LAS IDEAS ESENCIALES DE LA HIPÓTESIS DEL TRÁNSITO VEHICULAR.	15
3.2. CARACTERIZAR LA EXTENSIÓN DE UNA RECREACIÓN A NIVEL MESOSCÓPICO.	19
3.3. RECOPIRAR Y COMPUTAR LA INFORMACIÓN IMPRESCINDIBLE PARA LA RECREACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR.	23
3.4. ELABORAR LA RECREACIÓN MESOSCÓPICA EN LA PROGRAMACIÓN SYNCHRO 11	26
3.5. ELABORAR LA RECREACIÓN A NIVEL MESOSCÓPICO UTILIZANDO LA PROGRAMACIÓN SYNCHRO 11 PARA CALCULAR LOS NUEVOS GRADOS DE TRÁNSITO.	34

4. DISCUSIÓN	47
5. CONCLUSIONES	51
6. RECOMENDACIONES	54
7. REFERENCIAS	57
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Normas de grado de administración para el estudio de la UCI</i>	9
Tabla 2 <i>Niveles de administración indicados por los retrasos</i>	11
Tabla 3 <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	14
Tabla 4 <i>Volumen por tipo de vehículos</i>	24
Tabla 5 <i>Resumen del indicador de estado actual de la organización de la vía</i>	34
Tabla 6 <i>Sinopsis de cada indicador de las avenidas en la propuesta</i>	41
Tabla 7 <i>Resultado de cada dato recolectado</i>	45
Tabla 8 <i>Comparativa del grado de administración de entradas</i>	48
Tabla 9 <i>Esquema de correlación del grado de administración de las convergencias</i>	48
Tabla 10 <i>Gráfica similar del nivel de aglomeración</i>	49
Tabla 11 <i>Diagrama similar de las demoras de cada punto de cruce</i>	50
Tabla 12 <i>Diagrama de correlación de uso de límite de punto de cruce - UCI</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Elementos destacados de Synchro 11 relacionados con la investigación.....</i>	8
Figura 2 <i>Vías principales que comprenden el estudio.....</i>	18
Figura 3 <i>Anchos de trayectoria y volumen de tráfico en cada convergencia.....</i>	20
Figura 4 <i>Ciclo de señales de tráfico y movimientos permitidos</i>	21
Figura 5 <i>Aseguramiento de la hora punta en los puntos de cruce</i>	23
Figura 6 <i>Porcentaje 85 – Velocidades operativas.....</i>	26
Figura 7 <i>Trazado de la vía.....</i>	27
Figura 8 <i>Imagen de la sección de información en Ajustes de Línea (F3).</i>	29
Figura 9 <i>Movimientos realizados y volumen de vehículos en cada punto de cruce</i>	30
Figura 10 <i>Grado de administración actual en cada punto de cruce</i>	31
Figura 11 <i>Nivel actual de aglomeramiento en cada punto de cruce.</i>	32
Figura 12 <i>Espera actual en cada punto de cruce</i>	32
Figura 13 <i>Grado de administración actual de la UCI.....</i>	33
Figura 14 <i>Propuestas de racionalización del flujo de vehículos</i>	35
Figura 15 <i>Racionalización del ciclo de semáforo en el cruce n° 1</i>	36
Figura 16 <i>Mejora del ciclo semafórico en el cruce n° 2.</i>	36
Figura 17 <i>Frecuencia semafórica propuesta para el punto de cruce No. 3</i>	37
Figura 18 <i>Mejora del grado de administración.....</i>	38
Figura 19 <i>Optimización de los flujos de aglomeración</i>	39
Figura 20 <i>Mejora de las demoras</i>	40
Figura 21 <i>Grado de administración UCI de la propuesta.....</i>	40
Figura 22 <i>Ensayo teórico inválido del tiempo de recorrido de los vehículos.</i>	44
Figura 23 <i>Prueba teórica no válida para el tiempo de viaje del vehículo.....</i>	46

INTRODUCCIÓN

Descripción de la realidad problemática

La presente investigación se limita únicamente al tramo de la Av. Perú comprendido entre los cruces con las avenidas 12 de Octubre y Universitaria, comprendiendo una longitud de 1320 m.

A nivel global en la actualidad, la congestión en las calles representa un desafío complejo en las áreas urbanas más importantes de todo el mundo. En América Latina, las zonas urbanas de ciudades como Sao Paulo, Bogotá, Caracas y Ciudad de México enfrentan una congestión de tráfico constante. A nivel local, el Plan de Acción de Seguridad Vial 2017-2021 ha señalado que, en Perú, el número de vehículos en circulación aumentó de manera imprevista en un lapso de tan solo siete años, pasando de 2 millones 826 mil vehículos en 2009 a 5 millones 244 mil en 2015, y la mayoría de estos vehículos se concentra en Lima Metropolitana. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017)

La situación actual conlleva al colapso de las vías públicas más transitadas de la capital, especialmente en momentos de gran afluencia. Como ejemplo, en 2021, una evaluación realizada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) alertó que la avenida Javier Prado registraba el mayor flujo de tráfico en Lima y Callao, con hasta 15,902 vehículos circulando por la vía cada hora durante los períodos de mayor congestión. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017)

En la actualidad, la mayoría de las calles en la ciudad de Lima enfrentan este tipo de desafíos. Un ejemplo de esto es la Avenida Perú, que se extiende desde las Avenidas 12 de Octubre hasta Universitaria, un tramo que desempeña un papel crucial para dos importantes redes de carreteras. En primer lugar, es parte del Eje Vial de la Avenida Universitaria, para el cual la Junta Metropolitana de Lima necesitó veinte años para obtener la concesión correspondiente. Además, también es parte del Eje Vial Faucett, uno de los cinco ejes viales del Sistema Integrado de Transporte de Lima y Callao (SIT).

En los últimos cinco años, el congestionamiento del tráfico en Lima ha experimentado un notable aumento, al igual que la cantidad de vehículos en movimiento a lo largo de la Avenida Perú, una vía de gran importancia que conecta la Avenida Universitaria con la Avenida Faucett. De esta manera, la Avenida Perú asume una parte significativa de la carga de tráfico generada por ambas avenidas.

Formulación y sistematización del problema

Problema General.

¿Se podrá reducir la aglomeración vehicular en la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de Octubre y Universitaria con el programa Synchro 11, Lima 2023?

Problemas Específicos.

- ¿De qué manera es posible caracterizar las ideas esenciales de la hipótesis del tránsito vehicular?
- ¿Cómo se puede caracterizar la extensión de una recreación a nivel mesoscópico?

- ¿De qué forma se podrá recopilar y computar la información imprescindible para la recreación del flujo vehicular?
- ¿Cuál será el proceso para crear una representación mesoscópica del estado actual de una calle en Synchro 11 con el fin de calcular los niveles de tráfico en tiempo real?
- ¿De qué manera se elaborará la recreación a nivel mesoscópico utilizando la programación Synchro 11 para calcular los nuevos grados de tránsito?

Justificación

Social.

Esta investigación reviste una relevancia social, ya que las conclusiones arrojan una mejora de la calidad del tráfico para una transitabilidad mejor, además de evitar el tráfico intenso y evitar demoras excesivas al realizar los traslados de los usuarios a través de la vía.

Teórica.

A través de este trabajo, se mejoró la circulación de la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de octubre y Universitaria con la utilización del software Synchro 11, con el objetivo de reducir el tránsito vehicular y los atascos.

El software Synchro 11 se usó para mejorar la gestión del tránsito vehicular debido a su análisis de la situación actual, basado en teorías del flujo vehicular complejo, en las que podemos sacar conclusiones para proponer las mejoras necesarias para la vía particular en estudio.

Antecedentes

Como refiere Bajaña (2021) en su estudio denominado *Plan de respuesta vial para el embotellamiento en la confluencia de la vía Juan Montalvo y el camino a Las Mercedes en el Cantón Isidro Ayora*, el objetivo es proponer un ordenamiento vial a través de sistemas minuciosos para el desarrollo de la problemática provocada por el embotellamiento, utilizando la estimación manual y la innovación para decidir el grado de administración y el límite vial de las corrientes de tráfico, datos manejados en la programación Synchro. Se presume que el índice pasa al 54,9% desde el 49,5% en circunstancias ordinarias en la convergencia tráfico-semáforo, obteniendo un grado de administración de tipo A. Asimismo, es factible distinguir una presencia más notable de vehículos los viernes y miércoles en las horas punta, y se percibe igualmente la ausencia de señales.

Argumenta Burgos (2017), en su postulación denominada *Estudio de respuestas electivas para el embotellamiento en la Autopista Sur por la Avenida Bosa (Bogotá-Colombia) con la ayuda de la programación de reproducción de simulaciones de tráfico Synchro*, que su objetivo comprendía diseccionar las opciones de respuesta para el atasco vehicular en la autopista de la Avenida Bosa a través de la visualización en la programación Synchro, para lo cual es importante decidir el volumen de vehículos, advertir las problemáticas en curso en las marcas de contención y desglosar las opciones de desarrollo de cara a la recreación en el producto. Los resultados mostraron que durante la hora cumbre, entre las 06:45 y las 7:45, se produjo un bloqueo de 6424 vehículos mixtos/hora. Finalmente, se planificaron respuestas electivas para el atasco, una de las disposiciones fue disminuir la longitud de las colas en 50 metros en la autopista sur, que es aplicable al grado de administración; y otra disposición

permite la descongestión absoluta, donde se prescinde de los tiempos de aplazamiento y de la longitud de las colas, estas informaciones adquiridas actualizan los volúmenes de tráfico introducidos desde las medidas de tráfico a través de la demostración en el programa.

Mariño & Bayas (2001), en su trabajo de estudio denominado *El tráfico vehicular en el cruce de la vía Atahualpa y Víctor Hugo y su efecto en la satisfacción personal de los ocupantes de la zona sur de la urbe de Ambato*, propuso el objetivo de decidir la competencia de la asociación vehicular en la convergencia de la vía Víctor Hugo y Atahualpa y su efecto en la satisfacción personal de los ocupantes de la zona, el objetivo era decidir el grado de intensidad vehicular a través de los recuentos de tráfico, lo que permitió computar y comprobar estos datos, complementando el surtido de información de contaminación de la conmovión en decibelios en toda la región de revisión. La región de revisión se separó en 8 estaciones, de las que las estaciones E4, E1, E6 y E8 se consideran las más básicas por ser los principales focos de paso de los flujos vehiculares, distinguiendo como horas cumbre las de 07:00 a 08:30 en la primera parte del día, las de 12:00 a 14:00 al mediodía y las de 3:00 pm a 7:00 pm a primera hora de la tarde como las más largas. En este sentido, el estudio del elevado tráfico de vehículos se adquirió a través del volumen horario de la zona que equivalía a 293 veh/h y se redujo a 217 veh/h, y el mayor interés fue de 23 minutos y un aplazamiento de 13,50 minutos. Finalmente, la contaminación por sonido disminuyó de 90.7 decibeles a 60 decibelios.

Hipótesis y Objetivos

Hipótesis.

El programa Synchrono 11 posibilita la optimización de la gestión de tráfico, reduciendo la aglomeración vehicular en la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de Octubre y Universitaria, Lima 2023.

Objetivos

Objetivo General.

Reducir la aglomeración vehicular en la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de Octubre y Universitaria con el programa Synchrono 11, Lima 2023.

Objetivos Específicos.

- Caracterizar las ideas esenciales de la hipótesis del tránsito vehicular.
- Caracterizar la extensión de una recreación a nivel mesoscópico.
- Recopilar y computar la información imprescindible para la recreación del flujo vehicular.
- Crear una representación mesoscópica de la situación actual de la vía en Synchrono 11 con el propósito de calcular los niveles de tráfico en tiempo real.
- Elaborar la recreación a nivel mesoscópico utilizando la programación Synchrono 11 para calcular los nuevos grados de tránsito.

Limitaciones

La técnica utilizada en este proyecto es la del Manual de Capacidad de Carreteras (Transportation Research Board [TRB], 2010) de la Junta de Investigación de Transporte (TRB por sus siglas en inglés), se enfoca sólo a la estrategia de los vehículos para los cruces señalizados; por lo tanto, no se piensa en la evaluación de la conducta de los Mototaxis, peatones y ciclistas.

Descripción del contenido

Para comprender mejor la investigación, se organizó en cinco capítulos que se precisan a continuación:

Introducción:

Descripción del problema de la investigación. Se desarrolla el planteamiento de la problemática, sistematización y formulación del problema, problema específico, problema general, justificación, metodología, delimitación, limitaciones, objetivo general, objetivos específicos.

Capítulo I: Se desarrolló el marco teórico: los antecedentes internacionales, marco conceptual, hipótesis general, hipótesis específicas.

Capítulo II: Se desarrolló la metodología: métodos de investigación, tipología de investigación, diseño de investigación, nivel de investigación, técnicas e instrumento de recolección de datos, técnicas y análisis de datos, procesamiento de la información.

Capítulo III: Resultados de la vía actual.

Capítulo IV: Se presentan las conclusiones de los resultados.

Capítulo V: Se presentan las recomendaciones.

Finalmente, se encuentran las referencias bibliográficas y los anexos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Marco Conceptual / Base Teórica

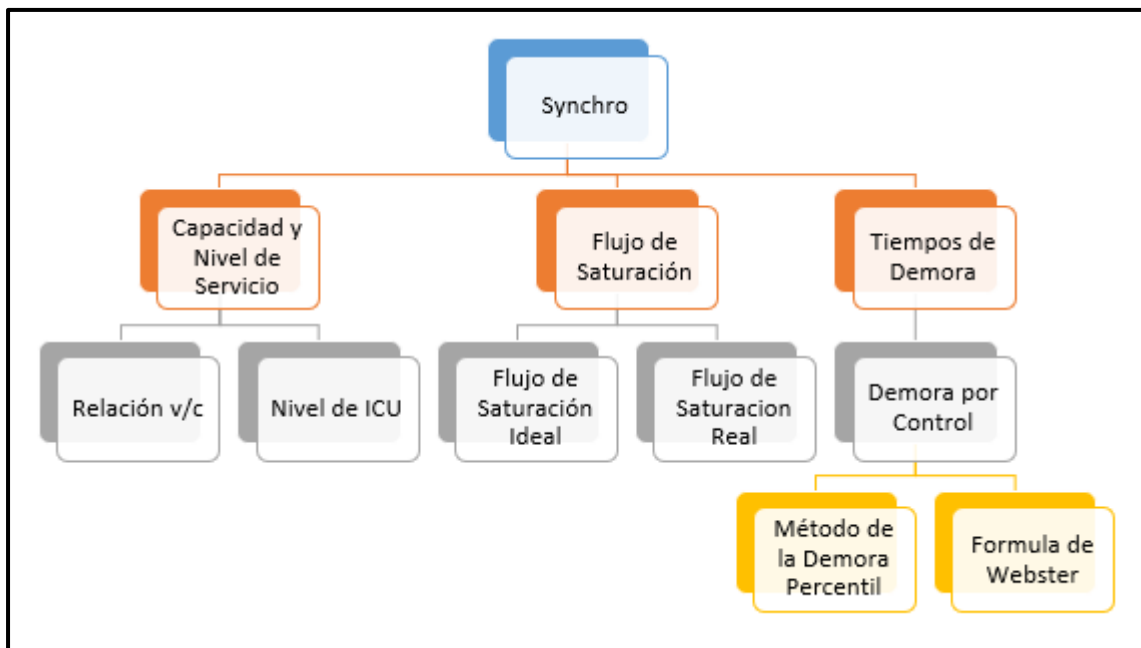
1.1.1. Programa Traffic Synchro 11

Para los ciclos de investigación, evaluación y dinamización de las organizaciones de vías, actualmente se utilizan programas específicos de PC, por ejemplo, SYNCHRO 11, que aplica la técnica HCM 2010.

Además, Synchro 11 lleva a cabo la Técnica de Utilización de Límites en Puntos de Cruce (Estrategia ICU), realiza el cálculo de aplazamientos a través de la Técnica de Aplazamiento Percentil y evalúa directamente el Elemento de Movimiento (PF)

Figura 1

Elementos destacados de Synchro 11 relacionados con la investigación



Nota. Adaptado de “Synchro Estudio 11 User Guide”, por Trafficware, 2019.

1.1.1.1 Nivel de límite y administración

1.1.1.1.1 Proporción entre capacidad y volumen (v/c)

Considerando las restricciones del Manual de Capacidad de Carreteras (TRB, 2010) Synchro 11 lleva a cabo la evaluación de la relación entre el volumen y la capacidad (v/c) al establecer duraciones, que abarcan los ciclos de semáforos y los intervalos de tiempo asignados para el flujo vehicular.

1.1.1.1.2 Nivel de administración de la UCI

Según el procedimiento HCM 2010, el cálculo del grado de administración en un punto de cruce señalizado se termina tomando el diferimiento completo de la convergencia y conectándolo después a un nivel (A-F). A causa de Synchro, la metodología es comparativa; la distinción surge en el ámbito de los niveles al asociar la UCI con el grado de administración (TRB, 2010).

Tabla 1

Normas de grado de administración para el estudio de la UCI

	ICU		NS
Utilización de la Capacidad de la intersección			Nivel de Servicio
0	a	55%	A
55%	a	64%	B
64%	a	73%	C
73%	a	82%	D
82%	a	91%	E
91%	a	100%	F
100%	a	109%	G
>109%			H

Nota. Adaptado de “Synchro Estudio 11 User Guide”, por Trafficware, 2019.

1.1.1.2 Flujos de saturación

1.1.1.2.1 Tasa de flujos de saturación perfecta

El Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 sugiere una tasa de flujo de saturación óptima de 1,900 vehículos por hora por carril. Esta cifra se considera una estimación conservadora. Además, Synchro 11 ajusta la tasa de flujo de congestión teniendo en cuenta una serie de factores, como las maniobras de giro, vehículos de gran tamaño, cancelaciones de viaje, movimientos de salida, tráfico que gira, ancho de la vía y la ubicación geográfica (TRB, 2010).

1.2.1. Optimización de gestión del tráfico

1.2.1.1. Límite de la vía

Cal y Mayor y Cárdenas (2017) exponen que el:

Número de vehículos que pasan regularmente por una calle o Avenida, por ejemplo, la fundación de la calle mantendrá todas las cosas consideradas un número sensato de vehículos durante un tiempo determinado, en diversas circunstancias que podrían ocurrir fuera, por ejemplo, los artilugios naturales y de control. (p. 397)

1.2.1.2. Nivel de administración

Esta es una definición subjetiva que se compara con un volumen de flujo vehicular, por ejemplo, un mayor número de vehículos por unidad de tiempo (cada hora), donde los clientes pueden representar circunstancias libres para moverse, comodidad y el bienestar de la calle, que atiende a la naturaleza de la administración vehicular.

El manual de capacidad de carreteras HCM 2010 establece seis grados de administración: A, B, C, D, E y F, que van desde el mejor hasta el más terrible, los

cuales se caracterizan por si las circunstancias de trabajo son ininterrumpidas o intermitentes (Cal y Mayor & Cárdenas, 2017, p. 398)

Tabla 2

Niveles de administración indicados por los retrasos

Nivel de Servicio	Demora por Control (s/veh)
A	0 - 10
B	10 - 20
C	20 - 35
D	35 - 55
E	55 - 80
F	> 80

Nota. Adaptado de “Synchro Estudio 11 User Guide”, por Trafficware, 2019.

1.2.1.3. Aforos

Es el recuento de vehículos con registros producidos a partir de un ejemplo de volumen de tráfico que circula en un punto determinado durante un día cotidiano, particularmente los días en los que se dispone de tráfico básico que se incluirá en medio de 15 minutos, la técnica más habitual para el recuento de vehículos se describe a continuación:

➤ La medición manual: Se conoce como la actividad de registrar o anotar en un diseño de papel la cantidad de vehículos que circulan por un tramo de calle o punto de convergencia, esta exclusión puede ser transportada en lapsos de tiempo de 15 minutos a través de las horas del día, para su posterior estudio (Cal y Mayor & Cárdenas, 2017).

Este tipo de comprobación es el más conocido y su viabilidad depende de que se disponga de los medios importantes y de la oferta de mano de obra cualificada, que permita reconocer los distintos desarrollos y orientaciones que realizan los medios de transporte en las confluencias.

Para Cal y Mayor & Cárdenas, (2017), describen varios enfoques para obtener un registro de los volúmenes de tráfico, por ejemplo, los referidos a continuación:

- Comprobación con la utilización de aparatos mecánicos, ya que éstos registran y cuentan consecuentemente los ejes de cada vehículo.
- Comprobación mecánica y manual conjunta, por ejemplo, cuando todo el hardware de registro sólo funciona con los aparatos de medición.
- Medición con la utilización de hardware electrónico, como resultado la utilización de cámaras, videocámaras, que luego se visualizan y examinan en el PC.

2. METODOLOGÍA

2.1. Nivel de Investigación

Kerlinger y Lee (2018) sostiene que:

Generalmente se llama nivel de investigación al plan y a la estructura concebidas para obtener respuestas a las preguntas de un estudio. El nivel de investigación señala la forma de conceptualizar un problema de investigación y la manera de colocarlo dentro de una estructura que sea metodología para la experimentación o no y de recopilación y análisis de datos. (p. 252)

Por lo tanto, el nivel de investigación de la presente investigación según su propósito es aplicativo.

2.2. Diseño de la Investigación

Se argumenta que, regularmente se denomina diseño de investigación al plan y a la estructura de una investigación. Es el plan y estructura de un estudio concebidos para lograr respuestas a las preguntas de una investigación. La utilidad específica para la investigación en curso es que el alcance del estudio señala el modelo de teorizar un problema de estudio y la forma de ubicarlo dentro de un sistema que sirva de guía para la experimentación o no (como en este caso de diseño no experimental) y de recabado y análisis de datos. (Kerlinger & Lee, 2018)

Kerlinger y Lee (2018) manifiesta que:

El diseño de la investigación será explicativo, no experimental y se focaliza en un tipo cuantitativo porque se intenta optimizar la cantidad de datos del muestreo, que se intenta conseguir mediante de la recolección de esos datos, lo que nos permitirá realizar un estudio detallado de las variables que serán metradas por mediación de la información cuantificada. (p. 515)

2.3. Técnicas y análisis de datos

- Recolección de datos

En el proceso de recolección de información pueden emplearse diversas técnicas muchas veces diseñadas por el propio investigador (Carrasco, 2007, p. 278)

Tabla 3

Instrumentos de recolección de datos.

Técnicas	Herramientas
Técnicas Bibliográficas	Revisión Sistemática
Técnicas Virtuales	Fichas Técnicas
Observación de Muestra	Análisis de las Muestras

- Análisis de datos

Esta etapa se introduce luego de la utilización del instrumento y luego de realizada la recolección de la información, donde se aplicará el estudio de la información para abordar las preguntas de exploración. Como refiere (Hevia, 2001)

Se realizará un análisis de datos obtenido a partir de la toma de datos correspondiente al tránsito obtenido en el área de estudio y la introducción de los datos en el software Traffic Synchro 11, plasmado en el análisis de este, comparando el estado original del tránsito con lo propuesto.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterizar las ideas esenciales de la hipótesis del tránsito vehicular.

3.1.1. Datos sobre la región de investigación

Desde un punto de vista, el crecimiento y la densidad de población en la costa peruana, especialmente en la región de Lima, que alberga a 10,874,974 habitantes, aproximadamente el 30% de la población total del Perú, junto con el mejoramiento económico que el país ha experimentado en la última década, han impulsado un cambio en el uso del suelo. Esto ha resultado en un aumento en la construcción de viviendas y edificaciones, tanto públicas como privadas. Como es de suponer, la región desglosada en este estudio no es más extraña a esta realidad, ya que en ella se ha desarrollado una progresión de estructuras multifamiliares, sin considerar la ubicación local de la Av. Perú que se remonta a la década de 1960. De igual manera, el aumento en el poder adquisitivo de la población ha estimulado el crecimiento de nuevos negocios, instituciones educativas, instalaciones de servicios financieros, restaurantes, diversas opciones de entretenimiento y oficinas gubernamentales.

En el área del diseño del tráfico, estas oficinas administrativas, de bienestar, educativas, de diversión y comerciales que abarcan la región de revisión se clasifican como "focos de atracción", que crean viajes. Por lo tanto, debido a los desplazamientos que las personas

realizan en su vida diaria para cumplir con sus obligaciones laborales y satisfacer sus necesidades, se ha producido un aumento significativo en el flujo de vehículos a lo largo de la Avenida Perú. Esto ha llevado a una alta congestión del tráfico en las calles, especialmente durante las horas pico, es decir, por la mañana, de 7:15 a 8:15 horas, y por la tarde, de 6:15 a 7:15 horas.

3.1.2 Delimitación de la región de revisión

El área de evaluación se encuentra en la ciudad de Lima, que es la capital de Perú. El lugar de enfoque se ubica en el Distrito de San Martín de Porres, dentro de la ciudad capitalina.

3.1.3 Zonificado y usos del terreno

Conforme al artículo 4 de la Ordenanza No. 1015, la Región Metropolitana de Lima respalda la extensa reorganización del uso del suelo en el distrito de San Martín de Porres. Esto afecta la disposición actual del área metropolitana de estudio, así como la estructura y operación de instituciones educativas, negocios, organizaciones benéficas, zonas de vivienda exclusiva, entre otros aspectos. Es importante destacar que la autorización para su establecimiento, desarrollo o funcionamiento depende únicamente de las autoridades de los distritos locales (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2007).

Esto da sentido al hecho de que, a partir de 2007, numerosos edificios, tanto de alojamiento como de negocios, se han creado prácticamente sin problemas en las regiones asociadas al estudio, a través del aval metropolitano. Esta realidad es significativa, ya que afirma que, en los últimos tiempos, la región del estudio se ha encontrado con una enorme

variedad conectada con el marco metropolitano y un mayor grosor de la población. Siguiendo esa dirección, las transformaciones actuales en la disposición de viviendas, servicios, infraestructura, opciones de transporte, y áreas de recreación han tenido un impacto significativo en la movilidad y el desplazamiento en la zona, debido a la emergencia de nuevos centros de influencia.

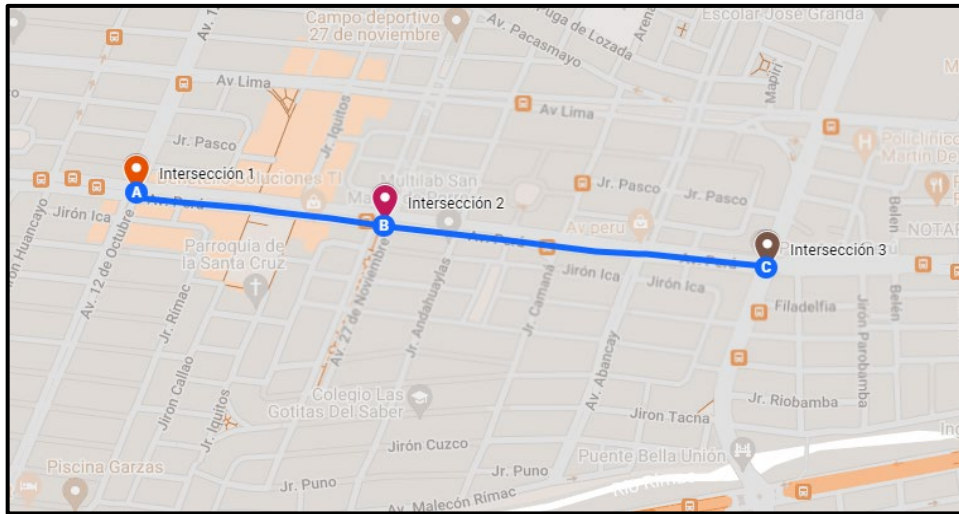
3.1.4 Atributos del segmento de calle

La organización, enmarcada por la intersección de dos calles, va desde la manzana 29 de la Av. Perú hasta la manzana 19 de la Av. Perú en un recorrido W - E. Su recorrido suma 1,32 km. En este tramo.

En cualquier caso, la Av. Perú es de doble sentido y tiene seis carriles, tres a cada lado; Además, la Av. Perú, en el cruce del puente, se reduce de los 3 carriles subyacentes a sólo 2, variedad que se produce a un par de metros del cruce de la Avenida Abancay. Esta marca llega hasta el límite más lejano del segmento en estudio. La siguiente figura delimita e indica la longitud de la organización.

Figura 2

Vías principales que comprenden el estudio



Nota. Trazado de la Av. Perú. Adaptado de “Avenida Perú”, por Google, s.f.

El recorrido incluye dos intersecciones al mismo nivel y una intersección a desnivel, las cuales son fundamentales para el análisis. Estas intersecciones forman una configuración en forma de X con cuatro brazos.

- Primera intersección (Convergencia N° 1): Se ubica en el punto donde se cruzan la Avenida Perú y la Avenida 12 de Octubre. Es una intersección en forma de X o cruz.
- Segunda intersección (Convergencia N° 2): Está formada por la convergencia de la Avenida Perú y la Avenida 27 de Noviembre. Es una intersección en forma de X o cruz.
- Tercera intersección (Convergencia N° 3): Se encuentra en el punto donde se cruzan la Avenida Perú y la Avenida Universitaria. Esta intersección es de tipo X y se encuentra a desnivel.

La decisión de los tres puntos de cruce responde, desde un punto de vista, a la proximidad entre ellos, y de nuevo, a la presencia de semáforos en cada uno de ellos.

3.2. Caracterizar la extensión de una recreación a nivel mesoscópico.













En esta etapa, la recopilación de datos es de suma importancia, ya que representa un paso inicial necesario para aplicar los principios de la Filosofía HCM 2010 en la programación de simulación. Por lo tanto, a continuación, se detallan los métodos empleados para obtener la información necesaria.











3.2.1 Circunstancias de geometría










La información relativa a las circunstancias matemáticas proviene de los planos del distrito que conforma la región de evaluación: San Martín de Porres. La consecuencia de la estimación y comprobación del ancho de la vía de la fluencia de tráfico se detalla en la siguiente figura.

Figura 3

Anchos de trayectoria y volumen de tráfico en cada convergencia

INTERSECCION N° 1												
Av. Perú						Av. 12 de Octubre						
O-E			E-O			N-S			S-N			
												
Ancho carril (m)	3	3	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Trafico Volumen V/h	112	2240	48	136	1824	56	144	896	210	48	320	154

INTERSECCION N° 2												
Av. Perú						Av. 27 de Noviembre						
O-E			E-O			N-S			S-N			
												
Ancho carril (m)	3	3	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Trafico Volumen V/h	42	2288	102	254	1789	63	80	135	431	58	276	156

INTERSECCION N° 3									
Av. Perú					Av. Universitaria				
O-E			E-O		N-S		S-N		
									
Ancho carril (m)	3	3	3	3		2.9	2.9	2.9	2.9
Trafico Volumen V/h	2048	532	472	1938		275	1579	1538	345

3.2.2 Pauta semafórica

Desde un punto de vista, se pensó en cuatro límites de control fundamentales para el cambio de semáforo, que se caracterizan a continuación. El ciclo, que, de entrada, aborda el tiempo de salida previsto para una sucesión total de señales de tráfico. Además, la etapa, que es importante para el ciclo en comparación con cualquier desarrollo de los vehículos o la mezcla de desarrollos concurrentes que obtener la opción de proceder durante al menos un tramo. En el tercer caso, el segmento, que corresponde a cualquiera de las fases del ciclo de acuerdo con las señales o indicaciones del semáforo. Igualmente, en cuarta instancia, el desfase se refiere al número de segundos que transcurren antes de que la señal de luz verde aparezca en un semáforo después de un instante particular, que se toma como un punto de referencia en el ciclo. Por lo general, se expresa como una fracción del ciclo y se utiliza para coordinar las

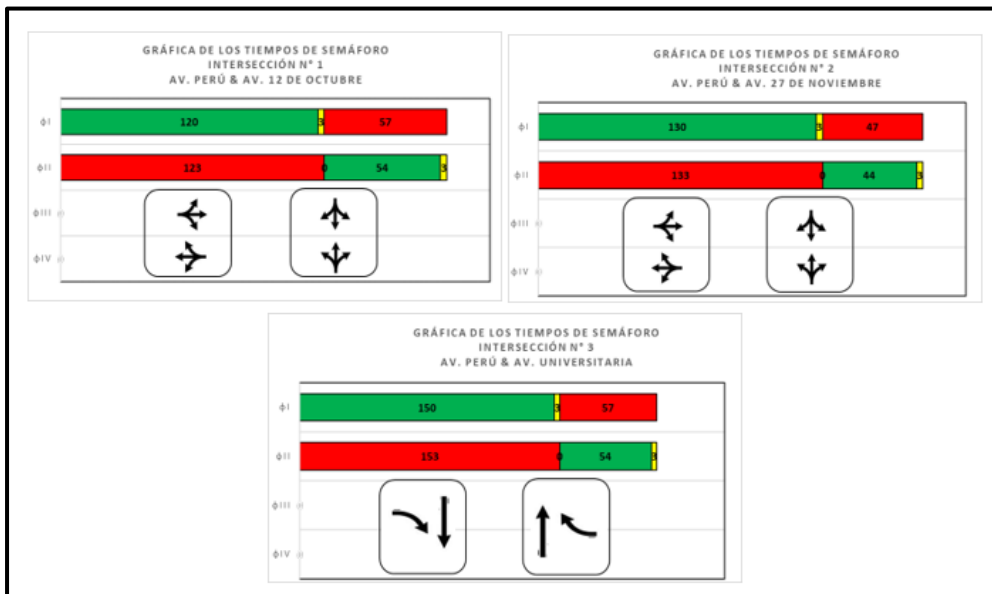
luces de tráfico, así como para describir el tiempo que se espera para despejar intersecciones complejas.

En cuanto al proceso de ajuste de las señales de tráfico, este tuvo lugar el viernes 15 de septiembre de 2023, entre las 6:00 y las 10:00 horas, lo que también abarcó el tiempo necesario para llevar a cabo las mediciones de los tiempos de recorrido. La prueba para determinar las diferencias en los ciclos de las señales de tráfico se efectuó a la misma hora en cada una de las cuatro intersecciones durante un período de 20 minutos, el cual se controló utilizando un cronómetro manual.

Por fin, la siguiente figura muestra los tiempos rojo, amarillo y verde de las etapas que caracterizan los ciclos de las señales de tráfico para cada intersección.

Figura 4

Ciclo de señales de tráfico y movimientos permitidos



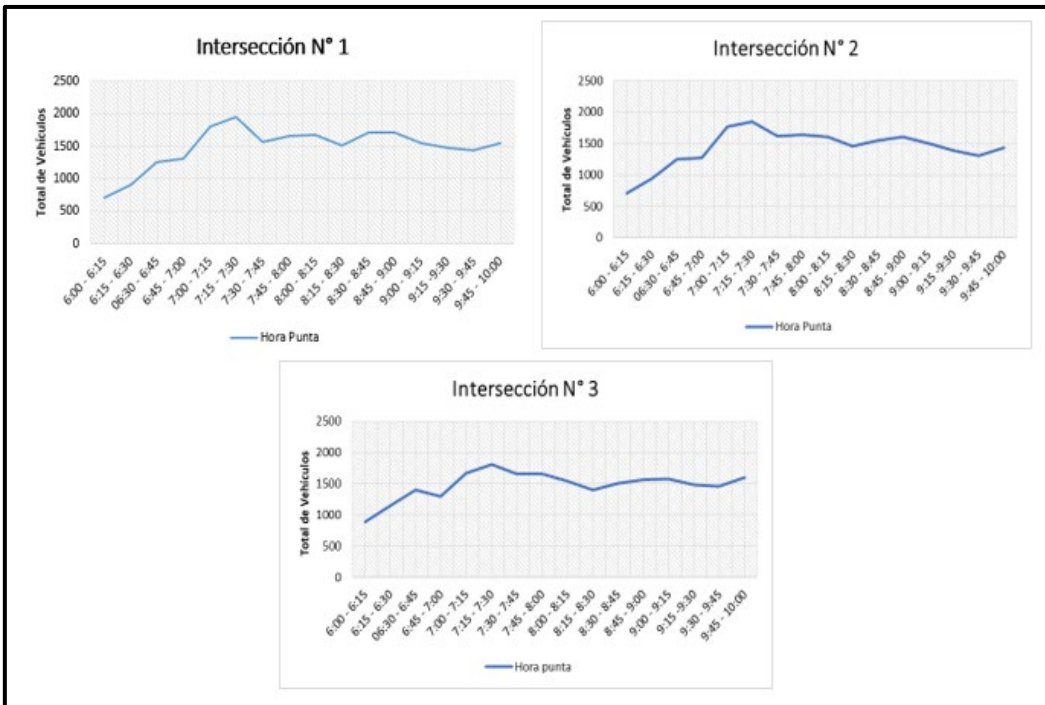
3.2.3 Registros del tránsito

El dispositivo utilizado para el registro de la información en los 3 puntos de cruce es la grabación en video. Las grabaciones utilizadas son 6; de ellas, 2 se refieren a cada confluencia, una en la mañana y otra por la tarde y noche.

La medición realizada el miércoles 6 de setiembre de 2023 permitió, por un lado, adquirir información genuina sobre el desarrollo de las unidades mecanizadas fuera del marco; y por otro, distinguir la hora cumbre, según la consecuencia del conteo de vehículos en cada convergencia, en el rango de las 7:15 y las 8:15 horas se trata de la hora de flujo más prominente. Las siguientes figuras muestran gráficamente el aseguramiento de la hora pico en cada uno de los puntos de cruce que son esenciales para la exploración.

Figura 5

Aseguramiento de la hora punta en los puntos de cruce



3.3. Recopilar y computar la información imprescindible para la recreación del flujo vehicular.

Los datos obtenidos de la medición incluyen información relacionada con la composición del tráfico, patrones de dirección, momentos de mayor concentración de vehículos, volúmenes totales y otros datos relevantes. Estos datos se han utilizado para ingresar información en el programa de simulación y generar gráficos que representan flujos de tráfico específicos.

También se han tenido en cuenta las tasas de vehículos pesados y ligeros, así como el factor de la hora punta (PHF).

3.3.1 Definición de volumen de vehículos

Por lo general, los volúmenes de tráfico no mantienen una consistencia constante a lo largo de un período de al menos 60 minutos, ya que existen momentos en los que las tasas de flujo son más elevadas. Por lo tanto, es crucial analizar estas variaciones enfocándose especialmente en el cuarto de hora más activo dentro de la franja horaria de mayor congestión.

La siguiente tabla presenta tanto una representación gráfica como valores numéricos que indican la cantidad de vehículos que atraviesan cada una de las entradas de los tres puntos de intersección durante la hora pico.

Tabla 4

Volumen por tipo de vehículos

Tipo de vehículo		O-E	E-O	N-S	S-N	
Cruce N° 1	Av. Perú	Ligero	2032	1696	-	-
		Pesado	368	320	-	-
	Av. 12 de Octubre	Ligero	-	-	1196	498
		Pesado	-	-	54	24
Cruce N° 2	Av. Perú	Ligero	2092	1805	-	-
		Pesado	340	301	-	-
	Av. 27 de noviembre	Ligero	-	-	634	482
		Pesado	-	-	12	8
Cruce N° 3	Av. Perú	Ligero	2174	2081	-	-
		Pesado	406	329	-	-
	Av. Universitaria	Ligero	-	-	1559	1597
		Pesado	-	-	295	286

El vehículo mixto es considerado en el estudio, entre los que se encuentran los vehículos de campo y las furgonetas conforman los vehículos ligeros, mientras que los

minibuses y los camiones se denominan vehículos de peso. En general, no se han tenido en cuenta en la comprobación las bicicletas y motocicletas significativas.

3.3.2 Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo de los puntos de cruce muestran las direcciones y los desarrollos realizados por el número completo de vehículos mezclados, que incorporan tanto el método ligero como el pesado para el transporte.

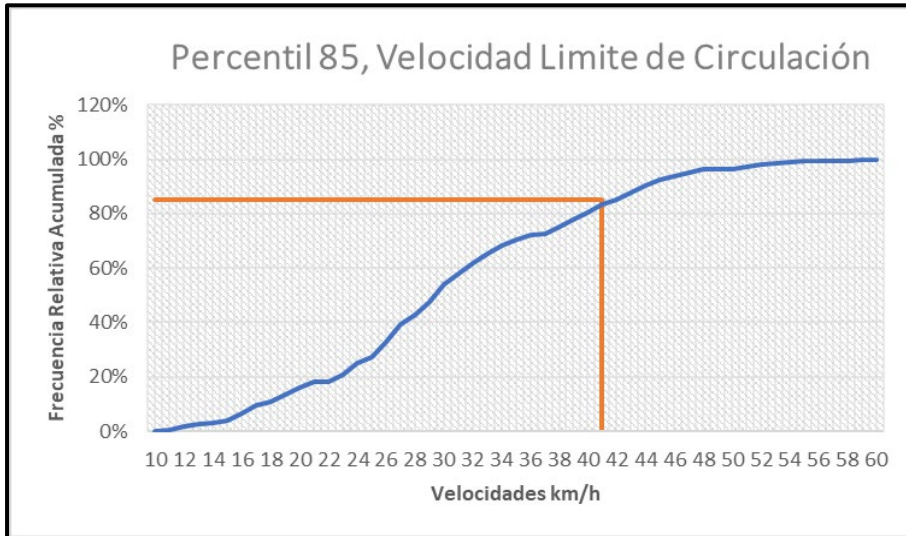
3.3.3 Definición de la velocidad de trabajo

La velocidad de operación registrada por el dispositivo de control es la velocidad que los conductores realmente mantienen al conducir en condiciones ideales, sin comprometer la seguridad. Para su aseguramiento, fue importante cuantificar la estación de movimiento de 250 unidades vehiculares a lo largo de la organización de la calle; esto permitió la estimación del ritmo de conducción de cada vehículo, y en consecuencia el significado del tramo de clase. De esta manera, se encontró en la medida de lo posible a través del porcentaje 85, que aborda la difusión de las velocidades a las que trabajan los vehículos ligeros en estados de tráfico libre y sin limitaciones ecológicas.

La recopilación de datos tuvo lugar en la zona de estudio el viernes 15 de septiembre de 2023, entre las 7:15 y las 8:15 horas. Después de procesar los datos en la oficina, se determinó una velocidad promedio de 41 km/h, la cual es esencial para la mejora de la simulación mesoscópica. Finalmente, los resultados de las tablas de información y cálculos que respaldan la presentación de la siguiente figura se muestran a continuación:

Figura 6

Porcentaje 85 – Velocidades operativas



3.4. Elaborar la recreación mesoscópica en la programación Synchro 11

En lo que respecta a la presente investigación, la recreación realizada es de solicitud mesoscópica, con el objetivo de que el tratamiento de la corriente vehicular se convierta quizás en la parte principal. Asimismo, a partir de la información producida por la reproducción, se obtendrán los marcadores esenciales para la elaboración del arreglo propuesto.

3.4.1. Utilización de la programación Synchro 11

El primer paso para la implementación del modelo es la planificación de la infraestructura vial que forma parte del proyecto. Para ello, se utilizan como referencia las imágenes proporcionadas por el software Google Earth, el cual abarca la región en la que se está llevando a cabo la simulación. Muestra el estado de las calles y puntos de cruce, el terraplén focal, la cantidad de vías, entre diferentes cualidades.

La etapa siguiente es la ejecución del modelo en Trafficware (2019), que depende de la información genuina relacionada con los elementos de la matemática de las calles, el flujo de tráfico, el ciclo de las señales de tráfico, entre otros. Los datos relativos a las calles deben integrarse a través de tres símbolos; en cualquier caso, es fundamental elegir la convergencia antes de introducir la información y los valores necesarios.

En cuanto al segundo símbolo, denominado Ajustes de Volumen (F4), los datos que se añaden son los que acompañan: la hora punta. Considerar la celda variable de hora punta y el nivel de vehículos pesados en Vehicles Heavy

En el símbolo tercero, denominado Ajustes de Simulación (F10), se guarda la información relativa al terraplén focal en Ancho Medio

La siguiente figura, la Convergencia N° 1, enmarcada por la Av. Perú y Av. 12 de Octubre, muestra cómo se coloca la información.

Figura 8

Imagen de la sección de información en Ajustes de Línea (F3).

VOLUME SETTINGS		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
◊ Lanes and Sharing (#RL)	▼	↑↑↓			↑↑↓			↑↓			↑↓		
◊ Traffic Volume (vph)		112	2240	48	56	1824	136	48	320	154	210	896	144
◊ Development Volume (vph)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
◊ Combined Volume (vph)		112	2240	48	56	1824	136	48	320	154	210	896	144
◊ Future Volume (vph)		112	2240	48	56	1824	136	48	320	154	210	896	144
◊ Conflicting Peds. (#/hr)		0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
◊ Conflicting Bicycles (#/hr)		—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
◊ Peak Hour Factor		0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
◊ Growth Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
◊ Adjusted Flow (vph)		118	2358	51	59	1920	143	52	348	167	228	974	157
◊ Heavy Vehicles (%)		2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
◊ Bus Blockages (#/hr)		0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
◊ Adj. Parking Lane?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
◊ Parking Maneuvers (#/hr)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
◊ Traffic from mid-block (%)		—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
◊ Link OD Volumes		—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
◊ Traffic in shared lane (%)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
◊ Lane Group Flow (vph)		0	2527	0	0	2122	0	0	567	0	0	1359	0

Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

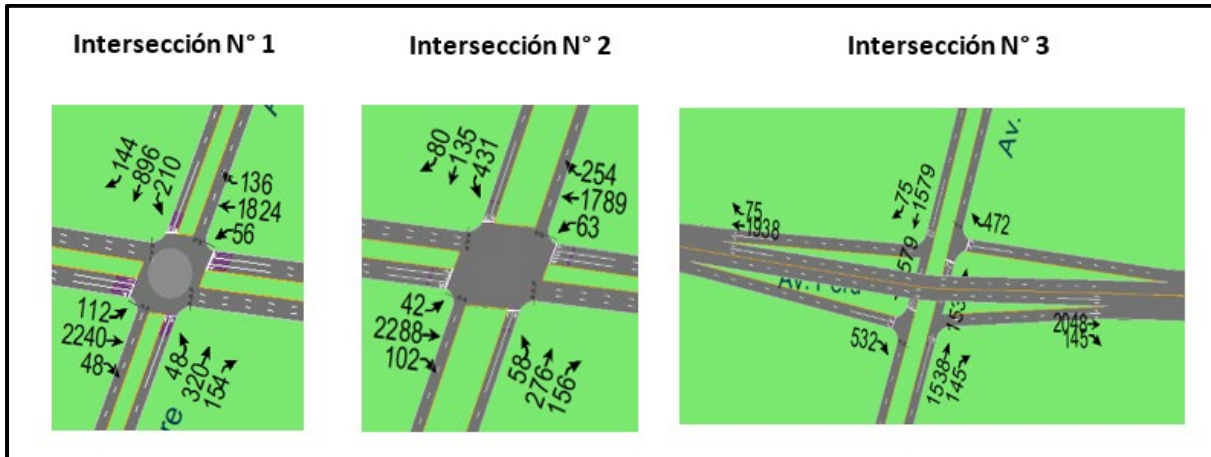
3.4.3. Cómo decidir el grado de administración en Synchro 11

La siguiente figura muestra los movimientos realizados por los conductores y evalúa la cantidad de unidades versátiles fuera de la red.

Esta información se obtiene del límite de vehículos y de los esquemas de flujo

Figura 9

Movimientos realizados y volumen de vehículos en cada punto de cruce

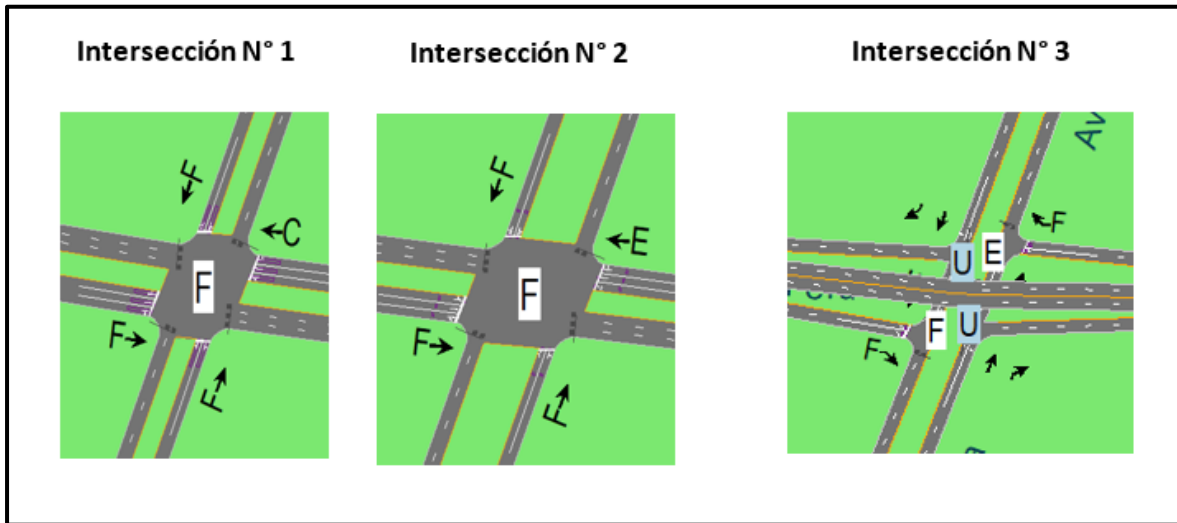


Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

La siguiente figura muestra el grado de administración obtenido en el modelo en curso, tanto en el punto focal de cada convergencia como en el trozo lateral de los trayectos; en todo caso, debe considerarse que más allá del valor que reporta el producto en cada reunión de trayectos, el Procedimiento HCM 2010 enfoca justo y cuadrado la administración de la convergencia, lo cual es una perspectiva crítica en la reproducción del segmento en estudio.

Figura 10

Grado de administración actual en cada punto de cruce



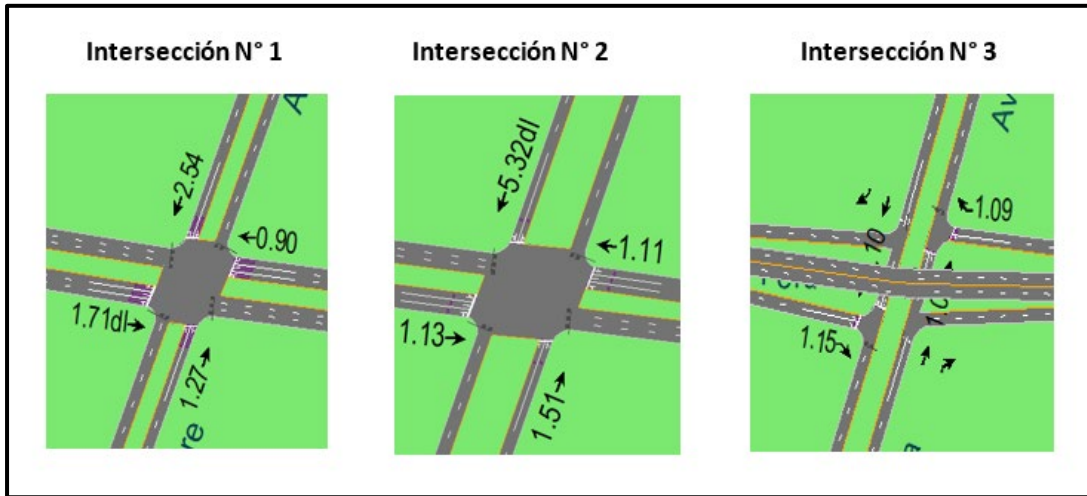
Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

3.4.4. Definición de nivel de aglomeración en curso en Synchro 11

En la configuración actual que muestra la organización, la mayoría de las intersecciones presentan un nivel de congestión superior a 1,0, indicando que su gestión se encuentra en la categoría F. Sin embargo, existen tres excepciones: una en la Convergencia n° 1 y dos en la Convergencia n° 3, donde las avenidas tienen una calificación de grado E, lo que corresponde a una relación volumen-límite por debajo de 1,0, de acuerdo con las pautas del HCM 2010. Los niveles reales de congestión de cada entrada se detallan en la figura siguiente. (Trafficware, 2019)

Figura 11

Nivel actual de aglomeramiento en cada punto de cruce.



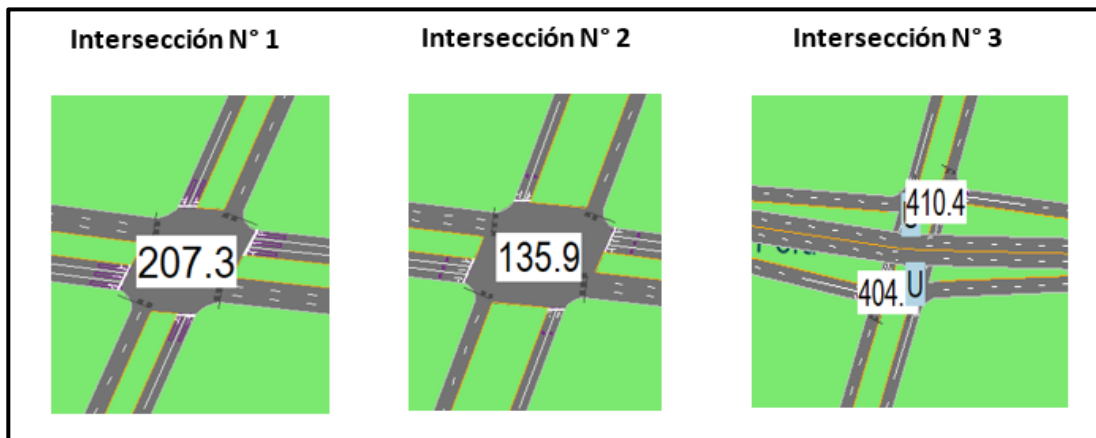
Nota: Elaborado con Traffic Synchro 11

3.4.5. Aseguramiento del tiempo de aplazamiento del punto de cruce en Synchro 11

La figura que se presenta a continuación ilustra el tiempo de espera, expresado en segundos por vehículo, experimentado en cada punto de intersección.

Figura 12

Espera actual en cada punto de cruce



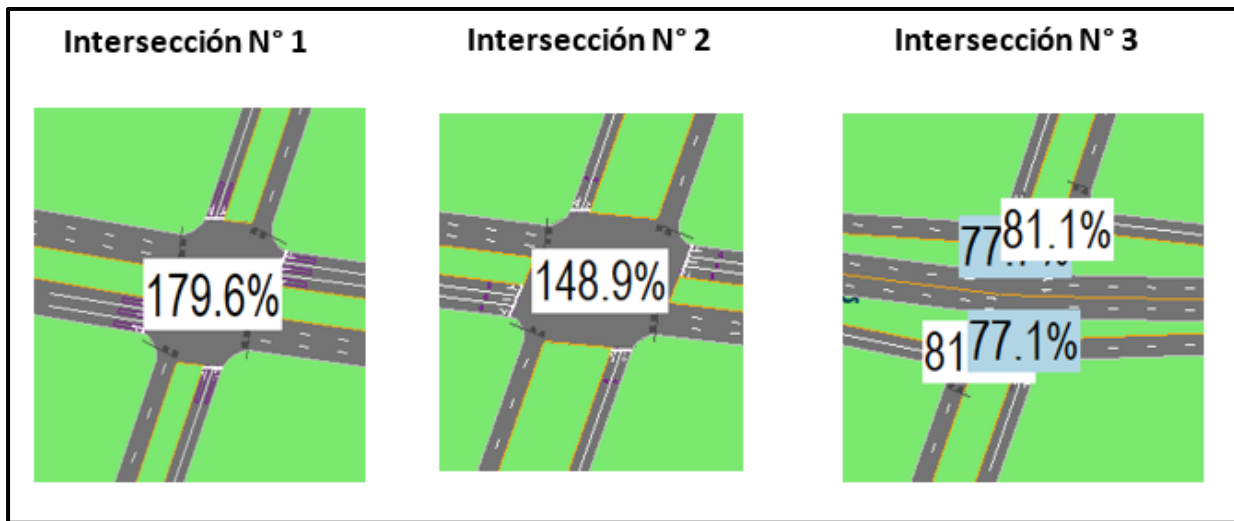
Nota: Elaborado con Traffic Synchro 11

3.4.6. Definición de nivel de administración de la UCI en curso en Synchro 11

En la definición del tránsito en hora punta, Synchro 11 consolida la técnica de la UCI, un dispositivo profundamente exacto para estimar el límite de una convergencia. En consecuencia, el límite extra accesible o el exceso de capacidad de cada convergencia en el modelo en curso viene dado además por el marco de caracterización denominado Nivel de Administración UCI.

Figura 13

Grado de administración actual de la UCI



Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11














3.4.7. Tabla de indicador por convergencia - Circunstancia actual

La siguiente tabla verifica el valor de los principales límites que se adquirieron durante el estudio de las cuatro convergencias recreadas de manera mesoscópica mediante la programación de Synchro 11. Desde un punto de vista, los números y las letras descubren el grado de administración, el nivel de aglomeración, la duración del proceso de señalización y el

aplazamiento normal del marco de la vía a la que se hace referencia; en cualquier caso, además, el nivel de administración de la UCI se menciona como perspectiva referencial, ya que se trata de una técnica de estudio del producto, no como el HCM. Por otra parte, en la convergencia n° 3, el grado de administración de entrada significa una calificación equivalente a F.

Tabla 5

Resumen del indicador de estado actual de la organización de la vía

Estado Actual	Cruce N° 1				Cruce N° 2				Cruce N° 3				
													
Nivel de Servicio de cada Vía	F	C	F	F	F	E	F	F	F	F	F	E	U
Nivel de Servicio del Cruce	F				F				F				U
Grado de Saturación	1.71	0.9	2.54	1.27	1.13	1.11	5.32	1.51	1.15	1.09	2.03	2.03	-
Ciclo Semafórico (s)			150				180				120		-
Demora del Cruce (s)			207.3				135.9				410	404	-
Nivel De Servicio Icu (%)			179.6				148.9				81.1	81.1	-

Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

3.5. Elaborar la recreación a nivel mesoscópico utilizando la programación Synchro 11 para calcular los nuevos grados de tránsito.

Se procede a la creación de la representación del tramo de la avenida que está siendo estudiado. En esta fase, avanzamos con la implementación del modelo propuesto. Cabe mencionar que, antes de llegar a la metodología final, se llevaron a cabo algunas modificaciones selectivas, y la presentación de estas opciones fue evaluada en el contexto del proyecto antes de seleccionar la que presenta los mejores indicadores en general.

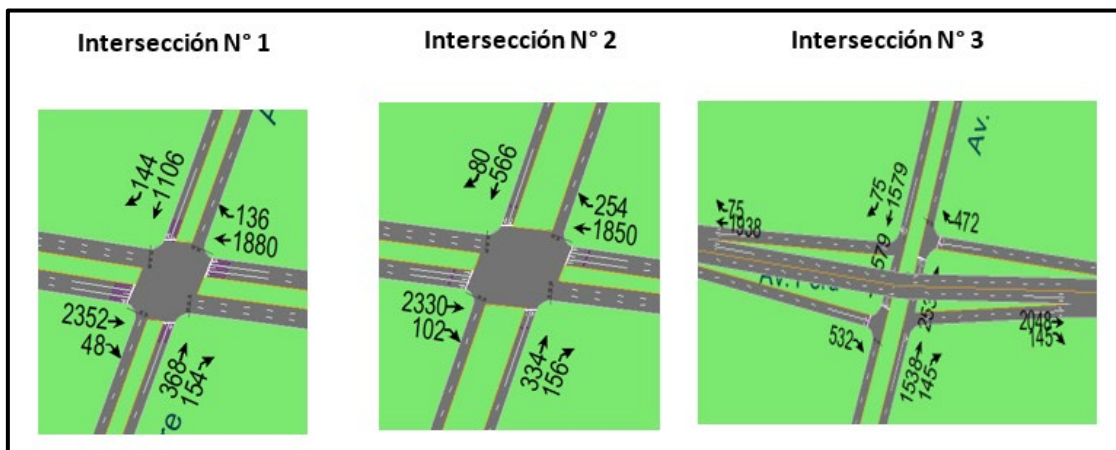
Con respecto a la longitud del ciclo del semáforo, para mejorar el desarrollo vehicular, se establecieron en una longitud de ciclo más extrema comparable a 2 minutos, que Synchro 11 caracteriza como el punto de corte en el que se encuentra la menor cantidad de paradas, aplazamientos y líneas, ya que las longitudes de ciclo más largas, a pesar de que podrían ofrecer un límite más notable, conducen a largas colas y enfatizan la insatisfacción del usuario.

La disposición encontrada incluye cambios en la organización en cuanto a la corriente de tráfico, el ciclo semafórico, la señalización y la disposición geométrica. Las progresiones en cada punto de cruce son las que siguen:

La modificación en el flujo de tráfico se visualiza en la imagen siguiente. Esta figura proporciona una representación gráfica de dichos cambios.

Figura 14

Propuestas de racionalización del flujo de vehículos



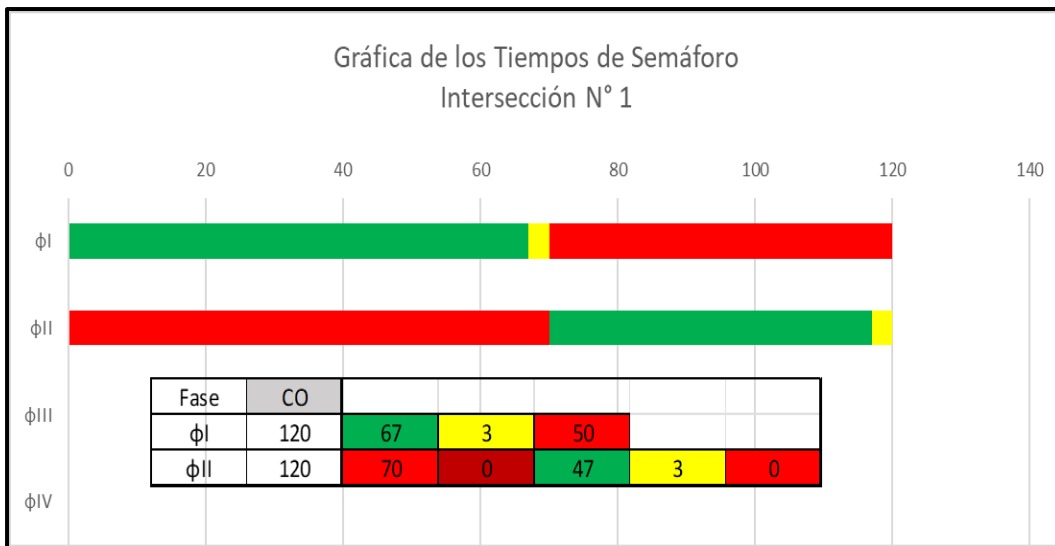
Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

El ciclo de semáforos propuesto para la convergencia N° 1 tendrá un plazo de 2 minutos, para la convergencia N° 2 será de 2 minutos con 5 segundos y para la convergencia N° 3 serán de 2

minutos con 20 y 30 segundos respectivamente según el alcance planteado por la investigación del cerebro del conductor, disposición pensada en la programación de Synchro 11. Además, como se puede observar en la figura que se presenta a continuación, el ciclo estará compuesto por dos fases o etapas.

Figura 15

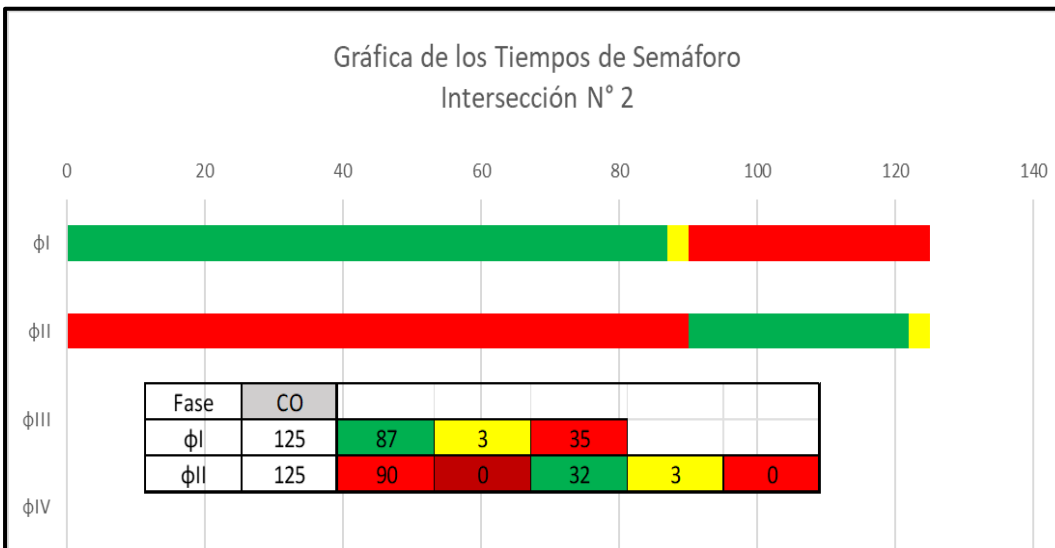
Racionalización del ciclo de semáforo en el cruce n° 1



Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

Figura 16

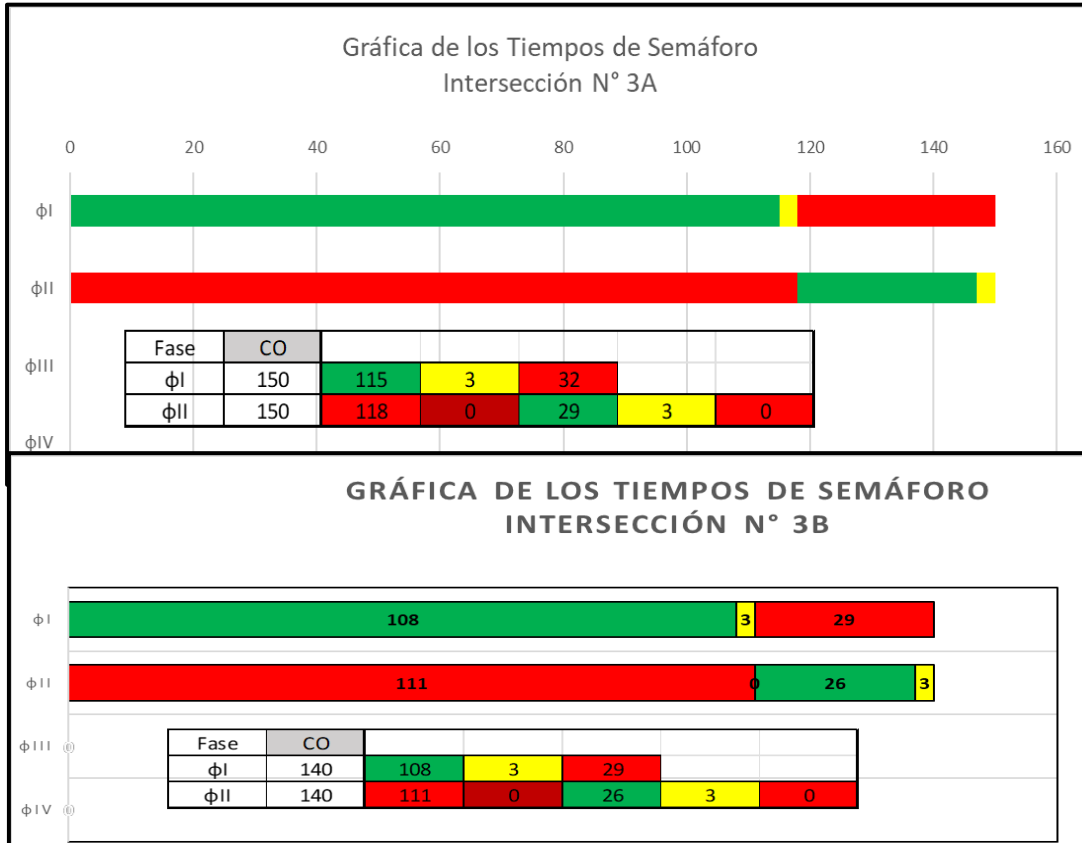
Mejora del ciclo semafórico en el cruce n° 2.



Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

Figura 17

Frecuencia semafórica propuesta para el punto de cruce No. 3



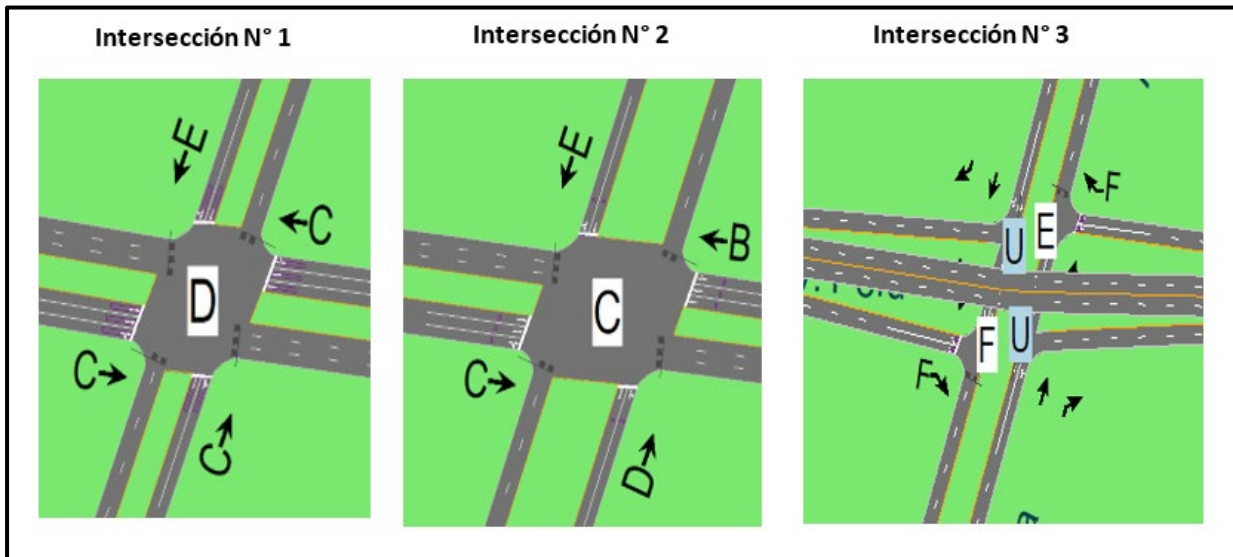
Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

3.5.1 Definición del grado de administración propuesto en Traffic Synchro 11

Después de aplicar la configuración propuesta, los niveles de gestión en los puntos de convergencia se sitúan en las categorías D y C. Esto indica que hay una cantidad significativa de vehículos que se detienen en estas intersecciones, pero la mayoría de ellos atraviesan la convergencia sin detenerse, debido a que la duración del ciclo del semáforo es moderada o larga. La figura que se presenta a continuación muestra el resultado obtenido por Synchro 11 después de la simulación.

Figura 18

Mejora del grado de administración



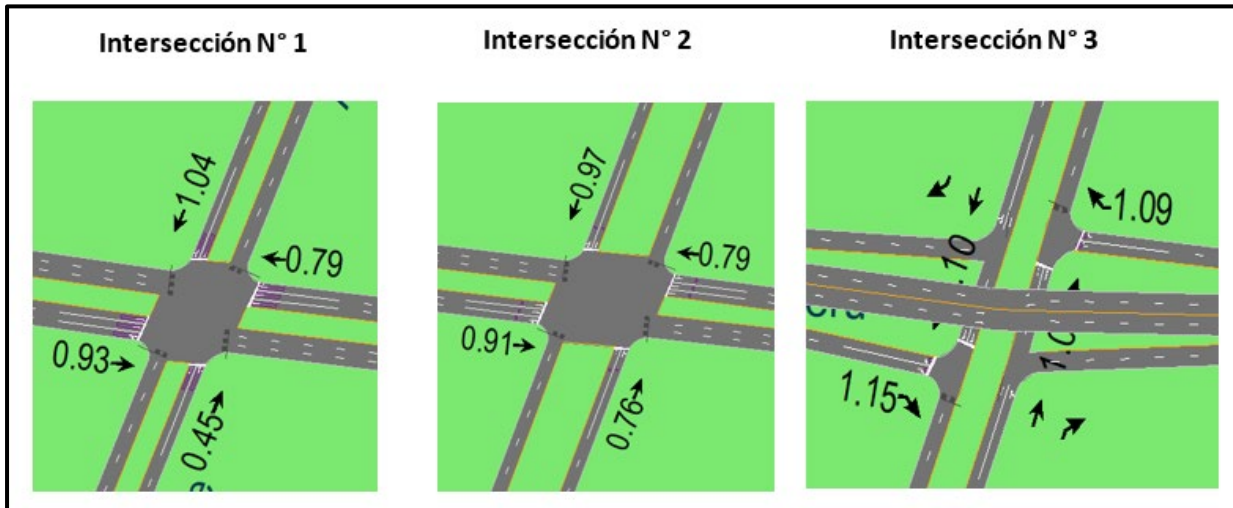
Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

3.5.2 Definición del nivel de aglomeración propuesto por Synchro 11

En cuanto a la propuesta, el informe formado por el programa demuestra que el nivel de aglomeración en el punto de cruce 1 y 2 es inferior a 1,0, ya que su grado de administración es D y C. Eso implica que el tránsito no supera el límite del punto de cruce. En el cruce 3 el tránsito supera el límite. Con respecto a la corriente de aglomeración, relativa a cada entrada, sus cualidades se muestran en la siguiente figura.

Figura 19

Optimización de los flujos de aglomeración



Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

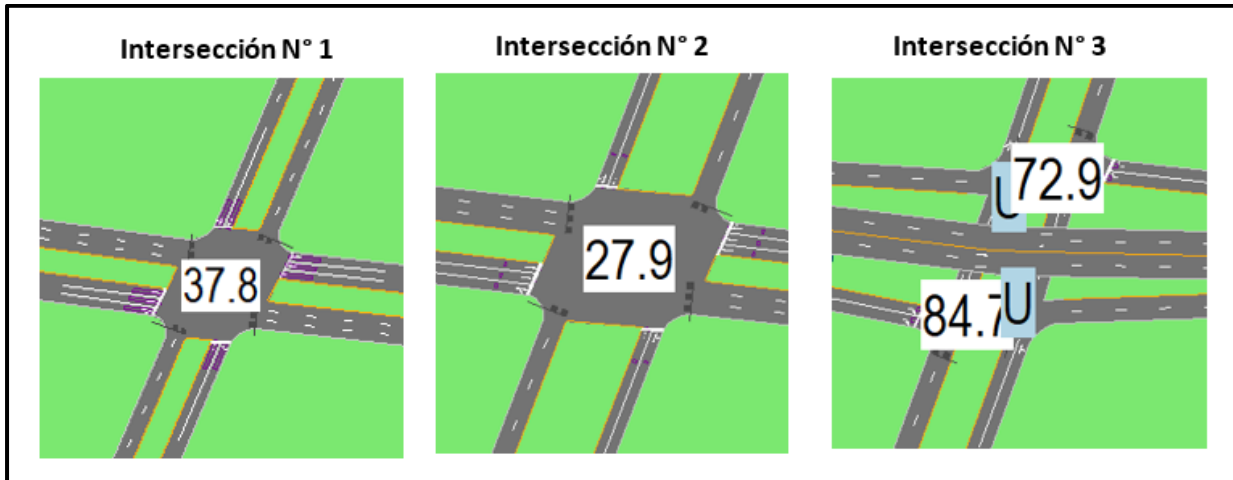
3.5.3 Definición de demoras propuestas para cada punto de cruce de Synchro 11

En el punto de cruce 1 de la configuración propuesta, el nivel de gestión D indica un tiempo de espera promedio en el rango de 20 a 35 segundos por vehículo. La figura siguiente muestra que el tiempo de espera promedio es de 37.8 segundos, lo cual se encuentra dentro de ese rango.

En la convergencia N° 2 del modelo de ordenación elegido, el nivel de administración C muestra un aplazamiento para cada control de actividad en un rango de 20 y 35 segundos/vehículo. En la siguiente figura se observa que el avance del aplazamiento es de 27,9, que está dentro del alcance determinado en el Enfoque HCM 2010.

Figura 20

Mejora de las demoras



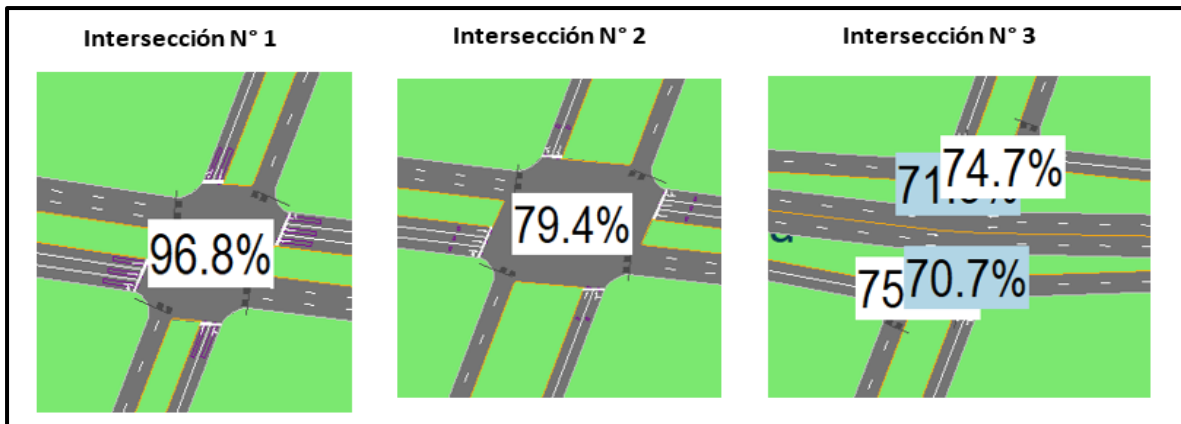
Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

3.5.4 Definición del grado de administración de la UCI propuesto en Synchro 11

En la presentación de la propuesta, el grado de administración de la UCI dado por el programa Traffic Synchro 11 en cada punto de cruce es el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 21

Grado de administración UCI de la propuesta



Nota. Elaborado con Traffic Synchro 11

Conforme a las tasas mantenidas en la figura anterior, la convergencia n° 1 se compara para igualar la D, la n° 2 para igualar la C, la n° 3 para igualar la F y a F., según las normas de administración para el estudio de la UCI.

3.5.5 Tablas para cada indicador por convergencia - Modelo propuesto

Cada punto de cruce tiene varias cualidades centrales. De esta manera, para trabajar con el estudio entre cada indicador actual en cada intersección de la organización de la vía, la siguiente tabla registra las cantidades adquiridas en el enfoque del modelo.

Tabla 6

Sinopsis de cada indicador de las avenidas en la propuesta.

Estado Actual	Cruce N° 1				Cruce N° 2				Cruce N° 3				
	→	←	↓	↑	→	←	↓	↑	→	←	↓	↑	↔
Nivel de Servicio de La Vía	C	C	E	C	C	B	E	D	F	F	E	E	U
Nivel De Servicio del cruce	D				C				F		E		U
Grado De Saturación	0.93	0.79	1.04	0.45	0.91	0.79	0.97	0.76	1.15	1.09	1.10	1	-
Ciclo Semafórico (S)			120				125				150	140	-
Demora en el cruce (S)			37.8				27.9				84.7	72.9	-
Nivel De Servicio de Icu (%)			96.8				79.4				75	74.7	-

Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

3.5.6 Calibración de la propuesta

El cambio de los límites de ajuste es una interacción que comprende abordar el lugar de revisión a todos los efectos, por lo que los límites de Wiedemann se cambian de acuerdo con esta realidad hasta obtener las calidades potenciales más próximas, considerando continuamente un margen de error. Esto se consigue con la ayuda de probabilidades y enfoques. Estos enfoques se

explicarán con más detalle en el siguiente segmento, en el que se tratarán los límites de conducta del conductor o límites de Wiedemann. Por último, la siguiente etapa consistió en comprobar si la cantidad de ejecuciones es adecuada para el modelo de alineación del vehículo, utilizando la condición de múltiples ejecuciones.

3.5.6.1. Aseguramiento de los tiempos de recorrido de los vehículos.

En este segmento se hace referencia a la forma en que se utilizó el aparato Time Travel Vehicle para obtener los tiempos vehiculares, los cuales fueron abordados en 15 trayectos mediante Synchro 11 para posteriormente contrastarlos y los resultados de campo. Al hacerlo, debe tenerse en cuenta que estas cualidades se alteraron cambiando los límites de Wiedemann que, finalmente, se aclimataron al modelo genuino. Las consecuencias del aparato Vehicle Travel Time se adquieren ejecutando el programa y pulsando después sobre la orden Rundowns, recientemente caracterizada en Límites de reproducción.

3.5.6.2. Límites de conducta del conductor de Wiedemann.

Dado que el sitio es una región metropolitana, los límites de Wiedemann se utilizaron, ya que se especifica para estas áreas. En este sentido, se ajustó el modelo adaptándolo a la situación actual; para ello, se completó la reproducción en miniatura de 15 ejecuciones con las redundancias vitales (hasta que se estimó sobre el terreno la media de los límites cercanos) haciendo hincapié en los límites de Wiedemann. Seguidamente, se pueden ver los límites de Wiedemann que se utilizaron para obtener valores similares a los obtenidos en el campo. Así, los últimos límites de Wiedemann (la información destacada) son los que se utilizaron absolutamente.

3.5.6.3. Ensayo teórico con hipótesis nula de equidad de medios para vehículos.

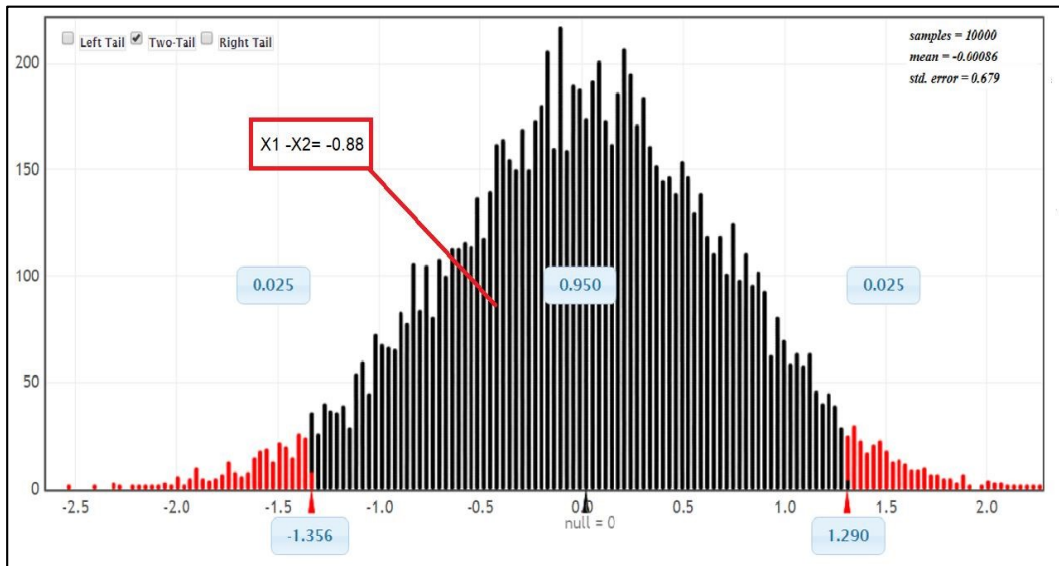
En este apartado, se empleó el ensayo de especulación inválida de correspondencia de medias, con un nivel de certeza del 95%, a través de una prueba no paramétrica utilizando el programa Test Randomization. En primer lugar, se recogieron sobre el terreno las temporadas de movimiento de 25 vehículos para cada carretera y los resultados adquiridos de las ejecuciones de Synchro para carreteras similares. Para mejorar la revisión, se eligieron para este registro los tiempos de movimiento de las vías; en cualquier caso, en el segmento de las extensiones se conectan diferentes caminos de la otra calle.

La etapa siguiente consistió en verificar si la cantidad de corridas es suficiente, utilizando la información de campo y de programación, como la media y la desviación estándar, para encontrar para cada situación la estimación N esperada por cuenta del Synchro 11 y la N aceptada (35) por cuenta de la información de campo recopilada con la ecuación de varios recorridos.

Tanto para la información de campo como para la aceptada en el producto, se ha obtenido un N inferior a la cantidad de recorridos esperada, lo cual está bien. Por último, para la información relativa a la vía siguiente, por ejemplo, las tablas de información recogida en el campo y de Synchro 11, se pueden encontrar en el segmento de anexo.

Figura 22

Ensayo teórico inválido del tiempo de recorrido de los vehículos.



Por último, para la información relativa a la otra vía, por ejemplo, el tiempo de viaje de los vehículos, las últimas ejecuciones recogidas para el modelo en Synchro 11 y la evaluación medible se pueden encontrar en el área del anexo.

3.5.7 Validación de la propuesta

Para llevar a cabo esta metodología es necesario incorporar nuevas cualidades adquiridas en campo (Anexos). En esta línea, se utilizaron límites similares del ajuste.

(Wiedemann, Lambda y Tau) y el modelo de aprobación se reprodujo varias veces. De este modo, se confirmó el número adecuado de corridas utilizando la condición de recorridos múltiples.

3.5.7.1. Aprobación del modelo de vehículo.

En esta parte, se utilizó la prueba de especulación inválida de correspondencia de medias, con un nivel de certeza del 95%, a través de una prueba no paramétrica utilizando el

programa Test Randomization. Para empezar, se recogieron sobre el terreno las temporadas de movimiento de 25 vehículos para cada carretera y los resultados obtenidos de las 15 ejecuciones de Synchro 11 para carreteras similares. Para trabajar en la revisión, se utilizaron para este registro los tiempos de movimiento de las vías correspondientes; sea como fuere, las distintas vías de la otra calle se unen en el segmento de extensión. Luego, se verificó el número adecuado de recorridos utilizando la información de campo y de programación, como la media y la desviación estándar, para encontrar, para cada situación, la estima N esperada (15) y la N de campo encontrada con la ecuación de recorridos múltiples.

Tabla 7

Resultado de cada dato recolectado

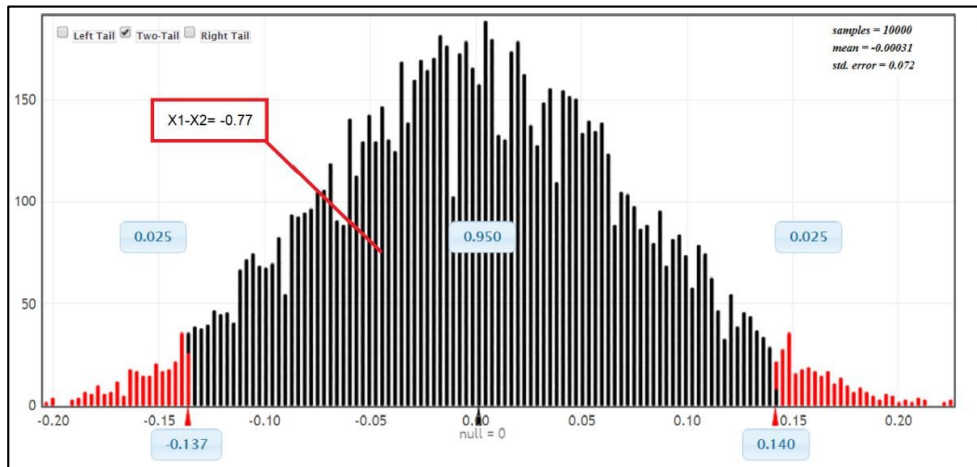
	Medida del tiempo de viaje (s)	Desviación estándar (s)	Tamaño de muestra (n)	t-student	Resultados de "N"
Campo	18.314	2.43	35	2.145	32.395
Synchro 11	19.01	1.56	15	2.145	12.391

Se ha obtenido un N inferior a la cantidad de ejecuciones esperada tanto para la información de campo como para la esperada en el producto, lo cual es satisfactorio.

Por fin, para la información comparativa a la carretera siguiente, por ejemplo, la tabla de información recogida en el campo y el Synchro 11, se puede encontrar en el segmento del Anexo.

Figura 23

Prueba teórica no válida para el tiempo de viaje del vehículo.



Por último, para la información comparativa con la siguiente carretera, el tiempo de viaje de los vehículos, las últimas ejecuciones navegaron por el modelo en Synchro y la evaluación medible se puede encontrar en el área de Adiciones.

4. DISCUSIÓN

En la fase de discusión, se continúa con el estudio relativo de cada resultado obtenido tras la reproducción del estado actual y la propuesta.

- Evaluación de los niveles de gestión

En esta sección se analizan tanto los niveles de fluidez de las avenidas como de las intersecciones. En la simulación de tráfico principal, basada en los datos recopilados y registrados, se obtuvieron indicadores que indican el grado de congestión en las entradas y las intersecciones. Estos indicadores se comparan con los niveles propuestos.

- Evaluación del grado de administración de ingreso

Las cualidades mostradas en la siguiente tabla muestran que el grado de administración funciona en muchas avenidas. Para que sirva de ilustración de lo expuesto, en la Convergencia N° 1 hay un mejoramiento en las vías de la Av. Perú, que va de F a C hacia Lima centro; y de F a C hacia Callao. Además, las vías de la Av. 12 de Octubre se mejoro de F a C

Tabla 8*Comparativa del grado de administración de entradas*

	Nivel de Servicio de la Vía							
	Estado Actual				Estado Propuesto			
	→	←	↓	↑	→	←	↓	↑
Convergencia 1	F	C	F	F	C	C	E	C
Convergencia 2	F	E	F	F	C	B	E	D
Convergencia 3	F	F	F	E	F	F	E	E

Nota Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

- Análisis del grado de administración de las convergencias

Como se muestra en la siguiente tabla, los Puntos de Cruce No. 1, avanzaron sus niveles de administración al moverse, de F a D. Sin embargo, en la Convergencia No. 2, el valor se movió de F a C. Con respecto a la Convergencia N.3, el grado de administración obtenido es F, una métrica como la del Punto de Cruce N° 3 del modelo original.

Tabla 9*Esquema de correlación del grado de administración de las convergencias*

	Nivel de Servicio de la Intersección	
	Estado actual	Estado Propuesto
Convergencia 1	F	D
Convergencia 2	F	C
Convergencia 3	F	F
		E

Nota Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

- Evaluación de los niveles de aglomeración

La siguiente tabla muestra que la mayoría de las calles experimentan mejoras en sus niveles de congestión, excepto tres vías: la Avenida 27 de Noviembre en dirección al Callao, en la Convergencia N°. 2; y las avenidas Universitaria en el punto N° 4. No obstante, es en esta última intersección donde se presenta uno de los casos más críticos, ya que la Avenida Perú, que se encuentra paralela a la Avenida Lima, disminuye su nivel de congestión de 1.76 a 0.79. Por otro lado, es posible estandarizar y reducir la congestión en la Avenida 27 de Noviembre en dirección a San Miguel, así como en ambos sentidos de la Avenida Perú.

Tabla 10

Gráfica similar del nivel de aglomeración

Grado de saturación									
	Estado Actual				Estado Propuesto				
	→	←	↓	↑	→	←	↓	↑	
Convergencia 1	1.71	0.9	2.54	1.27	0.93	0.79	1.04	0.45	
Convergencia 2	1.13	1.11	5.32	1.51	0.91	0.79	0.97	0.76	
Convergencia 3	1.15	1.09	2.03	2.03	1.15	1.09	1.1	1	

Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

- Valoración del aplazamiento por control

Como se determina en la siguiente tabla, se agilizaron los aplazamientos en cada una de las convergencias. Por ejemplo, el Punto de Cruce No. 3, cuyo aplazamiento se traslada a la Convergencia N.3, es el que muestra una gran disminución. Esta disminución es idéntica al 3,84% de su valor subyacente; así, los clientes de la calle ahorran 500,4 segundos por vehículo.

Tabla 11*Diagrama similar de las demoras de cada punto de cruce*

Demoras en el Cruce s/veh		
	Estado actual	Estado Propuesto
Convergencia 1	207.3	37.8
Convergencia 2	135.9	27.9
Convergencia 3	410 - 404	84.7 – 72.9

Nota. Elaboración propia mediante Traffic Synchro 11

- Evaluación de uso límite de punto de cruce (ICU)

En la siguiente tabla se observa la variación en los niveles de gestión de la UCI, tanto en el estado actual como en la propuesta. En esta tabla, el indicador UCI, común en el programa Synchro 11, muestra que el Punto de Cruce N° 4 es donde se aprecia la mejora más significativa, ya que pasa del nivel G al C. Curiosamente, la Convergencia N° 3 registra un nivel G, lo que indica una leve disminución en este aspecto

Tabla 12*Diagrama de correlación de uso de límite de punto de cruce - UCI*

Demora en los Cruces s/veh		
	Estado actual	Estado Propuesto
Convergencia 1	179.6%	96.8%
Convergencia 2	148.9%	79.4%
Convergencia 3	81.1% - 81.1%	75% 74.7%

Nota. Elaboración propia basada en los resultados Synchro 11

5. CONCLUSIONES

Reducir la aglomeración vehicular en la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de Octubre y Universitaria con el programa Synchro 11, Lima 2023

- En este trabajo se han ejecutado dos modelamientos con la ayuda de la programación Synchro 11. En el primer modelamiento se desarrolla el estado real de la organización de la calle y la siguiente se refiere al modelo propuesto como respuesta. Para la elección de la otra opción más idónea, se realizaron previamente pruebas individuales en cada punto de cruce. Estas evaluaciones se coordinaron luego en un modelo solitario. Debido a la investigación de la exposición general del entramado de la calle, se vio que, al quitar los giros a la izquierda, el grosor de la corriente vehicular disminuía fundamentalmente en cada convergencia, lo que mejoraba notablemente en el flujo vehicular.

Caracterizar las ideas esenciales de la hipótesis del tránsito vehicular.

- El HCM 2010 tiene estrategias para evaluar marcos complejos como el caso peruano. En consecuencia; este modelo determinista debería ayudar en la gestión del tráfico antes de su aplicación.

Caracterizar la extensión de una recreación a nivel mesoscópico.

- Al analizar el funcionamiento de la red vial actual, se determinó que los ingresos de tres intersecciones tienen una saturación mayor a 1.00, que se encuentra en el límite de capacidad. De manera similar, en algunos casos, el ciclo actual del semáforo es de hasta

155 segundos; creando interferencia en cada intersección, con un ciclo recomendado de 120 segundos según HCM 2010. Además, existe evidencia de que los conductores realizan maniobras ilegales, como dar la vuelta en U. Por otro lado, refleja retrasos causados por los autobuses que se detienen varias veces en la intersección para recoger pasajeros. Finalmente, se descubrió que los giros a la izquierda en los dos primeros cruces tenían largas filas en la misma Av. Perú.

Recopilar y computar la información imprescindible para la recreación del flujo vehicular.

- Se concluye que, mediante la interpolación de datos por volumen, se demuestra que la hora punta es entre las 7.15 y las 8.15 horas en un día normal, siendo la cantidad de 6188; 5674; 8727 vehículos mixtos en cada convergencia respectivamente. Se determinó el volumen de vehículos, tanto pesados 86.68% como ligeros 13.32%, indicando los porcentajes de cada uno de ellos. Quedó claro que los vehículos que pasaban con mayor frecuencia eran autos y camionetas rurales (combis). También se encontró que la velocidad de aproximación registrada era de aproximadamente 41 km/h.

Elaborar la recreación mesoscópica del estado actual de la calle en la programación Synchro para computar los niveles de tránsito en curso.

- En un análisis operativo del intervalo en estudio, el software Synchro concluyó lo siguiente: el primer cruce con 12 de Octubre se encuentra actualmente en nivel de servicio "F" 179.6 % y con tiempo de demora de 207.3 s.; El segundo cruce con 27 de Noviembre tiene nivel "F" 148.9 % y con tiempo de demora de 135.9 s. y el ultimo

cruce con Av. Universitaria se encuentra en nivel “F” 81.1 % y con tiempo de demora de 410 s.

Elaborar la recreación a nivel mesoscópico utilizando la programación Synchro 11 para calcular los nuevos grados de tránsito.

- Los impactos de la implementación como alternativa de mejora en el tramo estudiado, arrojó resultados positivos respecto a los tiempos de demoras parciales, que disminuyeron en un 33.58 % en todo el flujo, es decir, la disminución del tiempo de marcha se acerca a los 15.56 minutos. Esta idea de mejora del flujo vial, ha permitido que los Niveles de Servicios cambien de un valor “F” a otro valor “C”, “D” y “E” gracias a la gestión utilizada.
- Finalmente, el uso del programa de simulación como Synchro 11 resulta extremadamente beneficioso para evaluar el nivel funcional de una intersección, ya que simulan con precisión la realidad observada y, además, existen varias soluciones alternativas. Se puede probar sin requerir intervención física en el área de prueba, ahorrando tiempo y dinero.

6. RECOMENDACIONES

Reducir la aglomeración vehicular en la Av. Perú en el intervalo de la Av. 12 de Octubre y Universitaria con el programa Synchro 11, Lima 2023

- Como acción para cumplir con la necesidad ampliada en la fundación de la calle, se sugiere la limitación de los giros a la izquierda.
- Se recomienda que los giros a la izquierda sean suplantados por vías de apoyo para no inhabilitar la actividad del entramado vehicular.
- Synchro es un programa de investigación del flujo de vehículos; por lo tanto, se recomienda no sólo evaluar la organización, sino también los focos fuera de la organización.

Caracterizar las ideas esenciales de la hipótesis del tránsito vehicular.

- Se recomienda delimitar adecuadamente la región de revisión.
- Es recomendable estudiar la diferencia en la utilización de la planificación metropolitana que el área de impacto ha sufrido últimamente.
- Se recomienda que se estudie la expansión de los alojamientos, los focos de instrucción, los comercios, entre otros, ya que afecta directamente a la cantidad de personas que transitan por la zona.

Caracterizar la extensión de una recreación a nivel mesoscópico.

- Se recomienda investigar la cantidad de trayectos realizados a lo largo de la organización para un adecuado estudio mesoscópico.

- Se recomienda verificar qué aspectos afectan directamente a la cantidad de vehículos previstos para cubrir el interés en desarrollo.
- Es recomendable definir realmente el área de estudio en cuanto a los trayectos que realizan la mayoría de los vehículos.

Recopilar y computar la información imprescindible para la recreación del flujo vehicular.

- En cuanto a la recopilación de la información se recomienda hacer uso de estudios anteriores para complementar.
- Es recomendable contrastar la información captada por las cámaras de la zona con un estudio in situ.
- Se recomienda que la información recopilada se introduzca adecuadamente en el programa Synchro para evitar errores.

Elaborar la recreación mesoscópica del estado actual de la calle en la programación Synchro para computar los niveles de tránsito en curso.

- Para realizar el simulado mesoscópico de la zona, se recomienda validar que los datos sean fidedignos.
- Es recomendable, contrastar los resultados obtenidos en el área de estudio, con una zona de similares características.
- Se recomienda definir adecuadamente todos los valores de la modelación, para poder comparar inequívocamente con la propuesta de solución.

Elaborar la recreación a nivel mesoscópico utilizando la programación Synchro para calcular los nuevos grados de tránsito.

- En la propuesta se recomienda que cualquier ajuste en la red de calles debe ser suficientemente comprobado después de algún tiempo.
- Se recomienda que los recuentos de tráfico que descubren el tipo de desplazamientos realizados por los conductores sean en casos puntuales validados en vista de que crean contratiempos y aglomeración en las calles diseminadas.
- En definitiva, es recomendable la ejecución de la mejora propuesta debe estar respaldada por un control y una exigencia satisfactorios por parte de los especialistas correspondientes.

7. REFERENCIAS

- Bajaña , R. (2021). *Diseño de solución vial para la congestión vehicular en la intersección de la av. Juan Montalvo y vía a las Mercedes en el cantón Isidro Ayora*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Laica Vicente Rocafuerte]. Repositorio Digital
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4532?mode=full>
- Burgos, S. (2017). *Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la autopista sur por Avenida Bosa (Bogotá-Colombia) con ayuda del software de micro simulación de trafico synchro*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Laica Vicente Rocafuerte]. Repositorio Institucional
<http://hdl.handle.net/11396/5511>
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2017). *Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones*. Mexico D.F.: Ediciones Alfaomega S.A.
- Carrasco, S. (2007). *Metodología de la Investigación Científica*. Editodial San Marcos.
- Google. (s.f.). *Trazado de la Av. Perú*. Lima: Recuperado 21 de Octubre de 2023. Obtenido de
<https://www.google.com/maps/@-12.031848,-77.08168,16.33z?entry=ttu>
- Hevia, O. R. (2001). *Reflexiones Metodológicas y Epistemológicas Sobre las Ciencias Sociales*. Fondo Editorial Tropykos.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2018). *Investigación del Comportamiento*. Cuarta Edición:
<https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- Mariño, I. H., & Bayas, M. M. (2001). *El tráfico vehicular en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su incidencia en la calidad de vida de los moradores del sector sur de la ciudad*

de Ambato. de [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8210>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial
PENsv 2017-2021*. https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/PENsv_2017-2021.pdf

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2007). *Ordenanza N° 1015*. Que aprueba el reajuste integral de
la zonificación de los usos del suelo de los distritos de San Martín de Porres, Independencia,
Comas, y Los Olivos y de una parte del distrito del Rímac que son parte de las áreas de
tratamiento normativo I y II de Lima Metropolitana.

Trafficware. (2019). *Synchro Estudio 11 User Guide*.

Transportation Research Board. (2010). HCM 2010: Highway Capacity Manual. National Academy of
Sciences.

ANEXOS

- Total de Vehículos: Convergencia N° 1 Av. Perú con Av. 12 de Octubre

Hora	Total Vehiculos				TOTAL
	N-S	E-O	S-N	O-E	
6:00 - 6:15	47	285	56	319	707
6:15 - 6:30	70	330	78	428	906
6:30 - 6:45	132	425	115	589	1261
6:45 - 7:00	124	518	181	478	1301
7:00 - 7:15	175	657	171	804	1807
7:15 - 7:30	162	750	280	759	1951
7:30 - 7:45	187	528	215	643	1573
7:45 - 8:00	212	551	284	611	1658
8:00 - 8:15	129	557	237	750	1673
8:15 - 8:30	148	592	249	512	1501
8:30 - 8:45	191	627	265	636	1719
8:45 - 9:00	141	649	248	677	1715
9:00 - 9:15	146	522	203	679	1550
9:15 - 9:30	126	567	248	541	1482
9:30 - 9:45	167	532	187	554	1440
9:45 - 10:00	112	577	219	641	1549

- Total, de Vehículos: Convergencia N° 2 Av. Perú con Av. 27 de Noviembre

Hora	Total Vehiculos				
	N-S	E-O	S-N	O-E	TOTAL
6:00 - 6:15	56	305	49	298	708
6:15 - 6:30	85	375	66	406	932
06:30 - 6:45	121	495	82	545	1243
6:45 - 7:00	162	520	136	449	1267
7:00 - 7:15	205	646	150	765	1766
7:15 - 7:30	198	733	202	714	1847
7:30 - 7:45	217	627	168	603	1615
7:45 - 8:00	251	632	195	562	1640
8:00 - 8:15	231	537	158	679	1605
8:15 - 8:30	248	573	177	452	1450
8:30 - 8:45	208	611	168	563	1550
8:45 - 9:00	174	636	183	616	1609
9:00 - 9:15	161	569	137	631	1498
9:15 - 9:30	146	574	165	503	1388
9:30 - 9:45	121	532	144	506	1303
9:45 - 10:00	105	578	149	596	1428

- Total, de Vehículos: Convergencia N° 3 Av. Perú con Av. Universitaria

Hora	Total Vehiculos				
	N-S	E-O	S-N	O-E	TOTAL
6:00 - 6:15	60	363	60	399	882
6:15 - 6:30	93	439	78	529	1139
06:30 - 6:45	102	545	99	656	1402
6:45 - 7:00	104	561	104	522	1291
7:00 - 7:15	123	646	128	770	1667
7:15 - 7:30	135	755	156	761	1807
7:30 - 7:45	140	689	147	685	1661
7:45 - 8:00	156	674	152	671	1653
8:00 - 8:15	122	548	137	732	1539
8:15 - 8:30	121	597	112	570	1400
8:30 - 8:45	122	635	107	638	1502
8:45 - 9:00	128	654	98	686	1566
9:00 - 9:15	130	625	85	737	1577
9:15 - 9:30	116	639	81	643	1479
9:30 - 9:45	125	604	76	650	1455
9:45 - 10:00	125	652	87	730	1594

- Percentil 85: Velocidad Límite de Velocidad

Velocidad	Frecuencia	F. Relativa	F. Acumulada	F. Relativa Acumulada
10	0	0.00%	0	0.00%
11	1	0.40%	1	0.40%
12	3	1.20%	4	1.60%
13	2	0.80%	6	2.40%
14	2	0.80%	8	3.20%
15	2	0.80%	10	4.00%
16	6	2.40%	16	6.40%
17	8	3.20%	24	9.60%
18	3	1.20%	27	10.80%
19	7	2.80%	34	13.60%
20	6	2.40%	40	16.00%
21	5	2.00%	45	18.00%
22	0	0.00%	45	18.00%
23	7	2.80%	52	20.80%
24	11	4.40%	63	25.20%
25	5	2.00%	68	27.20%
26	14	5.60%	82	32.80%
27	16	6.40%	98	39.20%
28	9	3.60%	107	42.80%
29	12	4.80%	119	47.60%
30	16	6.40%	135	54.00%
31	10	4.00%	145	58.00%
32	9	3.60%	154	61.60%
33	9	3.60%	163	65.20%
34	8	3.20%	171	68.40%
35	5	2.00%	176	70.40%
36	4	1.60%	180	72.00%
37	2	0.80%	182	72.80%
38	6	2.40%	188	75.20%
39	7	2.80%	195	78.00%
40	6	2.40%	201	80.40%
41	8	3.20%	209	83.60%
42	4	1.60%	213	85.20%
43	6	2.40%	219	87.60%
44	7	2.80%	226	90.40%
45	5	2.00%	231	92.40%
46	4	1.60%	235	94.00%
47	3	1.20%	238	95.20%
48	3	1.20%	241	96.40%
49	0	0.00%	241	96.40%
50	0	0.00%	241	96.40%
51	2	0.80%	243	97.20%
52	2	0.80%	245	98.00%
53	1	0.40%	246	98.40%
54	1	0.40%	247	98.80%
55	1	0.40%	248	99.20%
56	0	0.00%	248	99.20%
57	1	0.40%	249	99.60%
58	0	0.00%	249	99.60%
59	1	0.40%	250	100.00%
60	0	0.00%	250	100.00%