

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Evaluación y mejoramiento de la capacidad vial y nivel de servicio en la intersección de las avenidas América Oeste y Jesús de Nazareth, en la ciudad de Trujillo- La Libertad.

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub Línea de Investigación: Transportes

Autores:

Hidalgo Valverde Luis Ángel

Talledo Vallejo Ricardo Antonio

Jurado evaluador:

Presidente: Vargas López, Segundo

Secretario: Medina Carbajal, Lucio

Vocal: Geldres Sánchez, Carmen

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo - Perú

2023

Fecha de Sustentación: 2023 / 04 / 15

DEDICATORIA

A mis padres, Marco y Dora, quienes supieron apoyarme, entenderme, darme todo lo que uno necesitaría y lo mejor, permitirme ser su amigo y compañía siempre, este paso es el primero para que me vean como profesional pero más importante, como siempre una persona de bien.

A mis hermanos, Georgette y Marco, quienes supieron ser mi modelo a seguir y permitirme ser también un ejemplo para ellos, por estar ahí, ser siempre sinceros conmigo y disfrutar la compañía de cada tarde en casa, por crecer a su lado.

A mi tío Adolfo, quien fue mi consejero tantos años, supo cuidarme en momentos donde no tenía quien lo haga, durante mis viajes supo siempre impulsarme a cada día ser mejor, siempre me tendía la mano con lo poco o mucho que tuviera, donde estes tío, debes saber que siempre seré una persona de bien y seguiré tus buenos consejos.

A mi abuela Socorro, quien supo darme amor desde pequeño, engrair de la manera más tierna a un pequeño niño que ahora ya está a punto de titularse, donde estás abuela, gracias por nunca negarme tu sonrisa, te quiero bastante y siempre estás en mis pensamientos.

A Matías, quien no sabía cómo decir un te quiero, pero con un ladrido bastaba. Gracias por ser un compañero fiel, prácticamente guiarme de la puerta de la casa a la de la universidad, por hacerme llegar tarde a veces...

Gracias por demostrarme que la felicidad está en las pequeñas cosas, lo que uno da con el corazón y en la empatía con quienes nos rodean.

Ricardo Antonio Talledo Vallejo

DEDICATORIA

A los que me dieron la oportunidad de ser mejor y salir adelante, a mis padres,
Luis Hidalgo Vera y Elizabeth Valverde Carbonell.

Luis Ángel Hidalgo Valverde

AGRADECIMIENTO

A mis amigos, desde el más antiguo al más reciente, todos ellos siempre serán distintos pero especiales de cualquier manera, gracias por permitirme conocerlos, por formarme también a lo largo de estos años, por pasar momentos de alegría, tristeza y por ser esa familia que uno elige fuera de casa para aprender y compartir

A mis profesores, desde la secundaria hasta el último ciclo de mi vida universitaria, cada uno supo darme consejos importantes, supo ser un ejemplo para tener valores como profesional, por enseñarme desde lo básico hasta lo más complicado de la carrera, gracias por estar ahí.

Ricardo Antonio Talledo Vallejo

AGRADECIMIENTO

A las personas que me apoyaron y acompañaron en mi vida profesional.

Luis Ángel Hidalgo Valverde

RESUMEN

La presente investigación trata sobre la realización de un análisis de tráfico en la confluencia de las vías “Av. América Oeste” y “Av. Jesús de Nazareth”, con designio de evaluar los parámetros para los usuarios que utilizan el presente cruce vial. Se presentaran propuestas finales que sean viables para mejorar los problemas de congestionamiento vehicular encontrados en la confluencia, mediante el estudio y realización de una modelación macroscópica del cruce vial que permita determinar la características de la situación actual del lugar de estudio.

Con el fin de obtener inicialmente un panorama de la realidad que ocurre en dicha confluencia en lo que respecta al apartado de congestión vehicular, en primer término, se inspeccionaran las variables que son perceptibles en el cruce vial, las cuales son las velocidades de recorrido, el nivel de servicio de la confluencia, el volumen vehicular y la capacidad vial de dicha intersección. Para lograr obtener tales resultados se hizo de uso a las metodologías preestablecidas para este tipo de informes y a las ecuaciones normadas y utilizadas en investigaciones previas para dicho. En lo referente a nivel de servicio como a capacidad vial, se hizo el desarrollo con el HIGHWAY CAPACITY MANUAL del año 2010, para las confluencias que incluyan intersecciones semaforizadas, tomando en consideración adicional el problema evidenciado en el tiempo o lapso del ciclo de cambio de color de semáforo y a la propuesta geométrica restrictiva que está en la vía en uso.

Cuando se encuentren determinadas y cuantificadas las componentes de tránsito, se procederá a realizar el procesamiento de datos mediante un modelado de la confluencia vial, ulterior a la obtención de los datos resultantes, se ejecutarán distintos escenarios para validar que solución es la más viable y efectiva para mejorar la criticidad de la confluencia vehicular. Dicha propuesta será utilizada para formar parte de una simulación de tráfico en el programa Synchro, y también se le tomará en consideración para ser usada como posibilidad de solución con el fin de

mitigar en lo posible la congestión vehicular en la zona de aforo. Las recomendaciones y conclusiones formuladas facilitarán que la presente investigación pueda ser utilizada como referencia para futuras investigaciones relacionadas a la rama de transportes en el área de ingeniería civil, y también como estudio base para las entidades responsables del mejoramiento de las obras públicas ejecutadas en nuestra localidad.

Palabras Claves: Modelamiento de tráfico, Nivel de servicio, Capacidad vial, Synchro, Semaforización, Congestión vehicular.

ABSTRACT

This current investigation deals with the realization of a traffic study at the confluence of the avenues "Av. América Oeste" and "Av. Jesús de Nazareth", with the finally of check the conditions for the users of this intersection. The study will consist of a macroscopic modeling of the intersection, with the conclusion of analyze the current situation of the intersection in order to subsequently present viable proposals to improve the problems of vehicular congestion found at the confluence.

In order to initially obtain an overview of the reality that occurs at this intersection in terms of traffic congestion, we will start by determining the variables that will be present in the traffic, which are the travel speeds, the LOS (level of service) of the intersection, the quantity or volume of vehicles and the road capacity of the intersection. In order to obtain these results, the current methodologies in the traffic sector and the standard operations of traffic engineering will be applied. Regarding the Road Capacity and Levels of Service, they are going to be used according to the methodology that it was mentioned in the HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM) of 2010, for intersections that have the characteristic of being traffic-light intersections, taking into additional consideration the problem evidenced in the time of the traffic light cycle and the restrictive geometry present in the road.

First of all, we need to have the traffic variables, and also have been quantified, data processing will be carried out through a modeling of the road confluence. After the obtention of the results in the intersection, different scenarios will be executed to validate which solution is the most viable and effective to improve the criticality of the vehicular confluence. This proposal is gonna be considered to make a simulation in the software Synchro, and this simulation is going to be evaluated as an alternative solution to reduce congestion in the study area as much as possible. The conclusions and recommendations drawn will allow this research to be used in some future researchs as a reference, related to the transportation

branch in the area of civil engineering, and also as a base study for the entities responsible for the improvement of the public works executed in our locality.

Key words: Traffic modeling, Level of service, Road capacity, Synchro, Traffic lights, Traffic congestion.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Problema de investigación	15
1.2. Objetivos	16
1.2.1. Objetivo General.....	16
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. Justificación del estudio	17
II. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1. Antecedentes del estudio	18
2.1.1. Nacional.....	18
2.1.2. Internacional	19
2.2. Marco Teórico	21
2.2.1. Elementos Básicos del Transito.....	21
2.2.2. Volumen Vehicular.....	24
2.2.3. Velocidades	29
2.2.4. Análisis de Flujo Vehicular.....	30
2.2.5. Flujo Vehicular	31
2.2.6. Semáforos	32
2.2.7. Capacidad Vial.....	33
2.2.8. Nivel de Servicio	34
2.3. Marco conceptual	41
2.4. Sistema de Hipótesis.....	44
2.4.1. Hipótesis	44
2.4.2. Variables.....	44
2.4.3. Operacionalización de Variables	45
III. METODOLOGIA EMPLEADA	46
3.1. Tipo y nivel de investigación	46
3.1.1. Población y muestra de estudio.....	46

3.2.	Diseño de investigación	47
3.3.	Técnicas e instrumentos de investigación	48
3.4.	Procesamiento y análisis de datos	48
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS	48
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	48
4.1.1.	Ubicación del proyecto	48
4.1.2.	Volúmenes Vehiculares	50
4.1.3.	Volumen Vehicular de máxima demanda	58
4.1.4.	Flujo Vehicular de las intersecciones.....	62
4.1.5.	Velocidades en las intersecciones.....	67
4.1.6.	Semaforización en las intersecciones.....	68
4.1.7.	Optimización de tiempos Semafóricos.....	72
4.1.8.	Volúmenes Mixtos de Máxima Demanda	73
4.1.9.	Factor de Ajuste por Vehículos Pesados	73
4.1.10.	Flujos Equivalentes.....	74
4.1.11.	Máximas relaciones de Flujos (Q) a Flujo de saturación	74
4.1.12.	Tiempo total periodo para 3 fases	75
4.1.13.	Longitud de Ciclo Óptimo	75
4.1.14.	Tiempo Efectivo Total	75
4.1.15.	Reparto de Tiempo Verde Efectivo.....	76
4.1.16.	Reparto de Tiempo Verde Real	76
4.1.17.	Tiempo de Diagrama de Fases.....	76
4.1.18.	CAPACIDAD VIAL	78
4.1.19.	NIVEL DE SERVICIO	78
4.1.20.	PROPUESTAS DE MEJORA	79
4.1.21.	MODELAMIENTO DE LA PROPUESTA FINAL EN SYNCHRO ..	86
V.	DISCUSION DE RESULTADOS	104
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	110
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
	ANEXOS:	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodología de análisis operacional de intersección con semáforos	39
Tabla 2: Factor de utilización de carril según número de carriles.....	40
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	45
Tabla 4: Variación horaria del volumen de tránsito mixto acceso Norte.	51
Tabla 5: Variación horaria del volumen de tránsito mixto acceso Sur	52
Tabla 6: Variación horaria del volumen de tránsito mixto acceso Este.....	54
Tabla 7: Variación horaria del volumen de tránsito mixto acceso Oeste.....	56
Tabla 8: Volumen de máxima demanda acceso Norte.....	58
Tabla 9: Volumen de máxima demanda acceso Sur	59
Tabla 10: Volumen de máxima demanda acceso Este.....	60
Tabla 11: Volumen de máxima demanda acceso Oeste	61
Tabla 12: Análisis de flujos acceso Norte.....	62
Tabla 13: Análisis de flujos acceso Sur.....	63
Tabla 14: Análisis de flujos acceso Oeste.....	65
Tabla 15: Análisis de flujos acceso Este	66
Tabla 16: Velocidades de recorrido.....	67
Tabla 17: Tiempo de semaforización en acceso Norte.....	68
Tabla 18: Tiempo de semaforización en acceso Oeste.....	69
Tabla 19: Tiempo de semaforización en acceso Sur.....	70
Tabla 20: Tiempo de semaforización en acceso Este	71
Tabla 21: Accesos y tiempos semafóricos	72
Tabla 22: Codificación de movimientos por acceso	73
Tabla 23: Flujo de saturación por carril	74
Tabla 24: Flujos equivalentes	74
Tabla 25: Relaciones de Flujos.....	75
Tabla 26: Tiempo total para 3 fases.....	75
Tabla 27: Longitud de ciclo óptimo.....	75
Tabla 28: Reparto de tiempo verde efectivo.....	76
Tabla 29: Reparto de tiempo verde real.....	76
Tabla 30: Tiempo de diagrama de fases.....	76
Tabla 31: Capacidad Vial.....	78
Tabla 32: Nivel de Servicio	78
Tabla 33: Matriz de propuestas y cuantificación de mejoras respecto a la situación actual de la intersección	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Esquema de diseño de investigación.....	47
Gráfico 2: Localización del Proyecto (Provincia de Trujillo)	49
Gráfico 3: Localización del Proyecto (Distrito de Trujillo)	49
Gráfico 4: Confluencia de las avenidas y estaciones de aforo	50
Gráfico 5: Variación horaria del volumen de tránsito total-Norte	51
Gráfico 6: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	52
Gráfico 7: Variación horaria del volumen de tránsito total-Sur.....	53
Gráfico 8: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	53
Gráfico 9: Variación horaria del volumen de tránsito total-Este	55
Gráfico 10: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	55
Gráfico 11: Variación horaria del volumen de tránsito total-Oest.....	57
Gráfico 12: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	57
Gráfico 13: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Norte.....	58
Gráfico 14. Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Sur.....	59
Gráfico 15: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Este	60
Gráfico 16: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Oeste.....	61
Gráfico 17: Flujo vehicular en el acceso norte.....	62
Gráfico 18: Flujo vehicular en el acceso sur.....	63
Gráfico 19: Flujo vehicular en el acceso Oeste	64
Gráfico 20: Flujo vehicular en el acceso Este	65
Gráfico 21: Velocidad de recorrido vs Velocidad de marcha	67
Gráfico 22: Toma de tiempos en semáforo Norte.....	68
Gráfico 23: Toma de tiempos en semáforo Oeste	70
Gráfico 24: Toma de tiempos en semáforo Sur.....	71
Gráfico 25: Toma de tiempos en semáforo Este	72
Gráfico 26: Fases actuales de semáforo.....	77
Gráfico 26: Modelamiento en Synchro del estado actual de la vía	86
Gráfico 27: Configuración del volumen, sentido y ancho de vía en el modelamiento en Synchro	87
Gráfico 28: Matriz del modelamiento en Synchro del estado actual de la vía.....	87
Gráfico 29: Ciclos semafóricos del modelamiento en Synchro del estado actual de la vía	88
Gráfico 30: Niveles de servicio por acceso para el modelamiento en Synchro del estado actual de la vía.....	89
Gráfico 31: Nivel de servicio y demoras a nivel de toda la intersección.	90
Gráfico 32: Modelamiento en 3D de la situación actual de la intersección.	91

Gráfico 33: Configuración de escenario de solución 1 – Con giros libres a la derecha	91
Gráfico 34: Resultado de escenario de solución 1 – Con giros libres a la derecha	92
Gráfico 35: Configuración de escenario de solución 2 – Con ciclo semafórico optimizado.	93
Gráfico 36: Resultado de escenario de solución 2 – Con ciclo semafórico optimizado.	94
Gráfico 37: Configuración de escenario de solución 3 – con ciclo semafórico optimizado y giros libres a la derecha.	95
Gráfico 38: Resultado de escenario de solución 3 – con ciclo semafórico optimizado y giros libres a la derecha.	96
Gráfico 39: Configuración de escenario de solución 4 – Con semaforización inteligente.	97
Gráfico 40: Resultado de escenario de solución 4 – Con semaforización inteligente	97
Gráfico 41: Configuración de escenario de solución 5 – Con semaforización inteligente y giros libres a la derecha.	98
Gráfico 42: Nivel de servicio de escenario de solución 5 – Con semaforización inteligente y giros libres a la derecha.	99
Gráfico 43: Resultado de escenario de solución 5 – Con semaforización inteligente y giros libres a la derecha.	100
Gráfico 44: Resultado de escenario de solución 5 – Modelado en 2D.	101
Gráfico 45: Resultado de escenario de solución 5 – Modelado en 3D.	101

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

El desorden en el crecimiento de las poblaciones y ciudades en todo el mundo, conlleva a una necesidad en constante crecimiento de métodos de movimiento o locomoción, cada vez más rápidos entre un punto de partida a otro, siendo el común denominador la locomoción por auto. Debido a esto, el crecimiento del parque automotor se ve incrementado constantemente, causando impactos en la malla vial de distintas metrópolis.

En el Perú, la problemática del tránsito vehicular se debe al escaso conocimiento y cultura vial, que concierne a las normas de tránsito y la falta de educación vial por parte de los usuarios. Las soluciones que se pueden plantear para este problema son dependientes de varios factores que componen un problema complejo con múltiples aristas de análisis, y no solo técnico, ya que abarca ámbitos sociales y culturales.

Con el aumento del parque automotor, la cantidad de conflictos en las confluencias de avenidas se vuelve cada vez mayor, una forma de prevención de estos conflictos es la correcta semaforización. Estas confluencias promueven un intercambio del flujo vial más seguro, disminuyendo la incidencia de accidentes al disminuir la velocidad de tránsito, pero aumenta el tiempo de espera constituyendo en mayor congestión, el equilibrio para estas variables sería un correcto dimensionamiento de los tiempos semafóricos.

Para el análisis local de esta problemática de estudio describiremos a la vía, en el ámbito medio ambiental, la vía tiene las áreas verdes necesarias, en cuanto a la señalización vertical y horizontal, se aprecia

señalizaciones visibles y sin deterioro, en cuanto al usuario de esta intersección, son peatones pertenecientes al rubro comercial y turístico. Conociendo el comportamiento del usuario que usa esta vía, podemos determinar que existirá una tendencia en aumento de la congestión vehicular debido a que la confluencia está rodeada de lugares comúnmente sociales, como un mall, una empresa de transportes y una sede de gobierno como es el poder judicial. Esta misma idea se estipuló en el Plan de Desarrollo Concertado de Trujillo, 2010-2021.

En la propuesta planteada en el Plan de Desarrollo Concertado, se propuso estudiar la variación de los flujos de vías colectoras para así proponer soluciones que logren un mejoramiento de transitabilidad y este a su vez, permita el desarrollo de la zona de estudio en el ámbito comercial, como turístico y cultural, para las poblaciones endémicas como flotantes que recurren al sector. Empero, la propuesta del plan no viene siendo aplicada por las gestiones ejecutoras en el lapso presente. Finalmente, bajo esta idea formulamos la problemática: ¿Es posible mediante un correcto modelamiento de la semaforización mejorar los Niveles de Servicio en las confluencias de la Av. América Oeste y la Av. Jesús de Nazareth, en el distrito de Trujillo

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el nivel de servicio y la capacidad vial en la confluencia de las Avenidas América Oeste y Jesús de Nazareth en la ciudad de Trujillo, para proponer un planteamiento de solución y mejoramiento de la congestión vehicular.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los volúmenes vehiculares y el factor de máxima demanda, usando la metodología de conteos con fichas normalizadas.
- Analizar el comportamiento actual del flujo vehicular de la intersección de acuerdo a los aforos realizados.
- Determinar las velocidades de recorrido y de marcha en la intersección, mediante el uso del método del vehículo flotante.
- Modelar el tránsito vehicular mediante el uso del programa SYNCHRO TRAFFIC 10.0, como herramienta para el análisis de posibles escenarios de solución.

1.3. Justificación del estudio

El proyecto de investigación presente, nace al existir un requerimiento de solucionar el congestionamiento vehicular existente en la intersección de las avenidas: Av. América Oeste y Av. Jesús de Nazareth en la ciudad de Trujillo – La Libertad, debido a que actualmente el parque automotor se encuentra en constante crecimiento, causando impactos negativos. Ante esta problemática se plantea como alternativa de respuesta a la ejecución de evaluar el nivel de servicio, además de la capacidad vial mediante el conteo vehicular, la que nos proporcionará los datos para estatuir la categoría de congestión vehicular, necesarios para proponer el planteamiento de solución (utilizando el programa SYNCHRO TRAFFIC). Con el fin de tomar acciones de previsión en cuanto al tiempo de locomoción entre dos puntos donde influya esta intersección, brindando un mejoramiento continuo y disminución de factores secundarios desencadenados de la problemática de la intersección, como son contaminación sonora, afluencia de comercio ambulatorio, etc. Por esas razones es importante la realización de nuestra presente tesis, y así contribuir al estudio y mejoramiento global del tránsito en la ciudad de Trujillo

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Nacional

- **Núñez (2014)**, en el trabajo de investigación denominado **“Solución de la Av. Primavera comprendida entre las avenidas La Encalada y José Nicolas Rodrigo, Lima- Surco”** procesa los datos del tráfico y sus condiciones actuales de la Av. Primavera, que abarca la Av. Encalada y la Av. José Nicolas Rodrigo, y sus posibles condiciones futuras. El autor utiliza como cimiento de sus datos a la los flujos de los vehículos que circulan por el cruce de la Av. La encalada y la Av. Primavera, tomando como primera idea el análisis de datos de las avenidas antes mencionadas con las avenidas Central y la Av. Aldebarán, junto a la Av. Nicolas Rodrigo. Al final se tomó los datos para el cálculo de la infraestructura actúa y su capacidad, como los dispositivos viales instalados en la zona, el tráfico vehicular y la geometría en la intersección. El presente estudio se realizó bajo la metodología del HCM. Los datos obtenidos se manejaran de tal forma que lograron se obtenga la demanda vehicular que incurre en la zona de aforo, posteriormente se modelará los datos para poder obtener un análisis sesudo de la modelación en el Software Synchro, determinando la situación existente y otros escenarios que puedan resolver la problemática, de tal manera que se proyecta el flujo vehicular a un periodo de 5 años, el cual es válido para la influencia de un proyecto Vial Urbano ,considerando el crecimiento del parque automotor que se encuentra en nuestra zona de estudio el Distrito de Trujillo.

- **Gómez (2014)**, en su tesis **“Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo – La Libertad”**

Propone como uno de los objetivos, realizar el estudio de mecánica de suelos en la zona de estudio. Su estudio llegó a la conclusión, que el material predominante del suelo en la zona estudiada es Arena Arcillosa y Arcilla de mediana Plasticidad , el cual dio como resultado un CBR de diseño de 8.20%, siendo este valor parcialmente bajo , esto debido a un porcentaje alto de finos obtenidos en la muestra. El principal aporte al trabajo de investigación es el diseño de la estructura del pavimento flexible por el método AASHTO 93, así también como los procedimientos respectivos y necesarios para la realización correcta de los estudios para el tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales mencionados y del terreno de fundación, las condiciones del clima, las condiciones de drenaje urbano y por último los niveles de servicialidad y confiabilidad de las avenidas.

2.1.2. Internacional

- **Ocoro (2014)**, en su tesis **“Análisis de capacidad y nivel de servicio del corredor vial Cali-Jamundí”**, la investigación se logró utilizando los métodos establecidos en el HCM, el cual nos indica que se logra conseguir primero los datos de la vía secundaria y primaria, con la obtención conjunta de esta data se justipreciará la eficacia de la vía conjunta Cali-Jamundí a través del cómputo de LOS y capacidad vial, para al final plantear las opciones de recomendación que permitan mantener el funcionamiento adecuado de la vía.

- **Naranjo (2015)**, en su tesis **“Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales”** llegó a la conclusión que el flujo vehicular en los distintos cruces viales que permiten ingresar a la ciudad de Manizales, tiene constantes inconvenientes, como la obtención de filas de automóviles y la casi nula velocidad a flujo liberado. Para lo

que se obtiene un análisis de la posible capacidad vial y LOS de los cruces de acceso a la ciudad, para así hacer posible que se logren las solicitudes de volúmenes o cantidades de tránsito vehicular que pasan por el lugar. El trabajo presente contiene el análisis de LOS y capacidad vial, a partir de la metodología de INVIAS y el manual HCM del año 2000.

- **Arias, Moreno & Valdiviezo (2017) en el trabajo de investigación “Estudio de impacto vial para escuelas en zonas urbanas de Lima Metropolitana”** De acuerdo con el Manual de Capacidad Vial 2000 (HCM 2000) y el MANUAL DE GENERACIÓN DE VIAJES, se recomienda como meta la elaboración de un estudio de impacto vial para las escuelas del área metropolitana de Lima. Además de visualizar el modelo, con ello analizar y procesar los resultados obtenidos; identificará las posibles soluciones que se pueden proponer para disminuir la congestión vehicular y peatonal; cumplir con la normativa establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el Código Nacional de Edificación (RNE) y la Ciudad de Lima y parámetro. Su investigación concluyó que la intersección X1 sufriría molestias debido al crecimiento de vehículos y la construcción de escuelas en el área. Para aliviar la congestión en este cruce, se concluyó que además de optimizar el ciclo semafórico actual, era necesario aumentar el número de carriles en el Pasaje Oeste de 2 a 4 carriles, por ser este el más crítico.

se propuso como objetivo la creación de un Estudio de Impacto Vial para escuelas en zonas urbanas de Lima Metropolitana, basado en el HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000 (HCM 2000) y el TRIP GENERATION MANUAL. Además de, mostrar un modelo y, con ello, analizar y procesar los resultados obtenidos; se identificarán las posibles soluciones que se pueden plantear para disminuir la congestión vehicular y peatonal; en alineamiento a los reglamentos y parámetros establecidos del MINISTERIO de TRANSPORTE Y

COMUNICACIONES (MTC), el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE) y la Municipalidad Metropolitana de Lima. Su estudio concluyó que la intersección X1 va a sufrir malestares por el crecimiento vehicular y la construcción de la escuela en la zona. Para aliviar la congestión en esta intersección, se concluye que es necesario ampliar el número de carriles de 2 a 4 carriles en el acceso oeste por ser la más crítica, además de optimizar el ciclo semafórico actual. Con estas mejoras, el nivel de confort en el cruce pasó de Clase "F" con un retraso de 127 segundos a Clase "C" con un retraso de 35 segundos. Asimismo, la intersección X2 también enfrentará un mayor problema de congestión vehicular, ya que al momento de salir del estacionamiento, los vehículos se ven forzados a esta intersección X2 debido al bloqueo del camellón. Por lo tanto, para este viaje, la clase de servicio de la intersección es "F" y la demora es de 136 segundos. Para solucionar la congestión, se concluyó que era necesario abrir el divisor central a la altura de la puerta del estacionamiento de la escuela, lo que evitaría ir a la intersección. Además, será necesario instalar semáforos debido al crecimiento de la flota. Nuestro proyecto de investigación se centra en el estudio del transporte en la institución educativa que estamos investigando. Esto se debe a que el enfoque principal de nuestro proyecto es la importancia de las instituciones educativas en el estado. Esto se debe a que nos permite investigar con qué facilidad se mueve el transporte a través de las dos rutas que estamos estudiando. Hacer esto también ayuda a las personas a viajar por la ruta sin poner en riesgo su seguridad.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Elementos Básicos del Tránsito

Para el fin de analizar las propiedades de operación de la vía y su ingeniería en el ámbito del tránsito, se necesita analizar de manera

general las partes elementales que logran se produzcan flujos de tránsito entre ellos mismos, para esto se nombre tres partes elementales, que son:

- El usuario
- El vehículo
- La vía

2.2.1.1. El Usuario

Es de suma importancia considerar a la actitud del usuario frente al planteamiento, proyección y funcionalidad de una estructura de transporte, dado a que el usuario está concomitado de manera directa con los conductores y el peatón.

El Peatón:

Como peatón puede categorizarse a un individuo de cualquier edad de que necesite utilizar una vía para movilizarse. En la mayor parte de los escenarios los caminos o vías son utilizados tanto por los vehículos cómo los peatones, en excepción con las autopistas donde no hay geometría que admita el uso de ellas por los peatones.

El usuario o peatón en movimiento en uso de las vías de un pueblo o ciudad es un factor de una importancia bastante amplia, ya que son parte también de los problemas de locomoción. Los accidentes sufridos u ocasionados por los peatones tienen como común denominador la falta de conocimiento de las señaléticas establecidas, otros factores relacionados y también al irrespeto de las zonas consideradas para ellos, como puentes peatonales y demás, Por tanto, en el planteamiento se debe considerar al peatón tanto como víctima de los accidentes como de igual manera causa externa de los mismos.

El conductor:

Es considerado el conductor como el elemento más relevante en el tránsito, ya que es el factor encargado del movimiento y de la calidad de la circulación de los automóviles, ya que cada conductor genera las acciones de cada vehículo, en pos de adaptarse a las características

2.2.1.2. El Vehículo

Para ciertos lugares la ampliación del parque automotor además de tener un beneficio como el cual es agilizar el transporte, elevar el nivel económico de los usuarios, por lo que podemos inferir que de manera dicotómica a mayor cantidad de personas con automóviles es mayor el indicador de aumento económico del territorio donde pertenece.

2.2.1.3. La Vía

La vía es considerada como tercer elemento principal del tráfico, por este medio se trasladan los vehículos. Viene a ser una infraestructura acondicionada para el transporte en el ancho de un sector de terreno, con la finalidad de promover y aumentar la locomoción de los automóviles constantemente por un periodo de tiempo.

Clasificación de las Vías Urbanas:

La estructura clasificatoria que utilizamos es aplicable para cualquier tipo de vías o caminos públicos, sean urbanos, o interprovinciales, jirones, alamedas, plazas, paseos peatonales, todo lo que sea destinado a locomoción de personas o vehículos.

La misma clasificación toma en consideración cuatro categorías principales y una categoría adicional que se denomina "vía especial",

dentro de las cuales por tener particularidades en distinción a las siguientes vías a mencionar no pueden ser consideradas en ese grupo:

- Vías Expresas
- Vías Arteriales
- Vías Colectoras
- Vías Locales

2.2.2. Volumen Vehicular

Definiremos al volumen vehicular como la cantidad de vehículos que se trasladan por un periodo de tiempo a través de un medio físico.

Los volúmenes de tránsito deben poseer la característica inherente de ser dinámicos, es decir variables. Por lo que únicamente son precisos, para un periodo de tiempo de los aforos programados.

Es fundamental para la circulación vehicular, en la parte de planteamiento y operación, tener en conocimiento las variaciones por periodo de tiempo de los volúmenes, dentro de las horas de máxima demanda, en los días de la semana, los meses y en las horas del día. A su vez, es necesario conocer los cambios periódicos de los volúmenes en función a la distribución asignada por carriles, la distribución de direcciones y la composición de la misma:

Ecuaciones:

Volumen:

$$Q = \frac{\text{nº Vehiculos}}{T}$$

Q: Volumen.

T: Periodo de tiempo.

Volumen de tránsito promedio Diario:

- Tránsito promedio Diario anual:

$$TPDA = \frac{\text{nº Vehículos}}{\text{NºDías de año}}$$

- Tránsito promedio Diario mensual:

$$TPDM = \frac{\text{nº Vehículos}}{\text{NºDías del mes}}$$

- Tránsito promedio Diario semanal:

$$TPDM = \frac{\text{nº Vehículos}}{\text{Nº Días de semana}}$$

Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda:

- Factor horario de máxima demanda

$$FHMD = \frac{VHMD}{N \times Qi_{\max}} = \frac{I_h}{I}$$

N: #Intervalos de tiempo

Qi: Flujo máximo "i"

Ih: Intensidad horaria

I: intensidad.

Volúmenes de Transito Horarios

Dependiente de la concordancia a la franja horaria seleccionada, se van definir los volúmenes o cantidades de tránsito horarios, realizados por los vehículos en el periodo de sesenta minutos.

Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

Viene a ser la cantidad mayor referente volumen por horas que sucede en un lugar o en un tramo de la ruta o vía por el periodo de 365 días. Como resumen, viene a ser la hora donde ocurre el mayor volumen de vehículos de todas las horas del año.

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Viene a ser la máxima cantidad de automóviles que pasan por un tramo de vía por el periodo de una hora consecutiva. Es el factor que representa de mejor manera a las las fases de mayor demanda que pueden ocurrir durante un día seleccionado.

Métodos de conteo de volumen vehicular:

Métodos mecánicos:

Para las estaciones seleccionadas a realizar en ellas un aforo de manera mecánica, resulta que el acopio de datos de volumen de tránsito según el detector que una elija usar puede ser de forma neumática, el cual se instala de manera directa en la carretera o vía de característica como la velocidad baja, aunque por esta limitación solo nos permite utilizar una manguera de hule que pertenece al aparato medidor para registrar los datos del tránsito.

Métodos manuales:

El aforo, en la calidad manual, es considerado una metodología utilizada para la obtención de información mediante el uso de ejecutores que estén en campo, lo cuales tendrán la denominación de aforadores de tráfico. Para esta ocasión, los aforadores son utilizados cuando los datos que pretendemos obtener no pueden llegar s er obtenidos de manera mecánica porque los flujos son más concurridos, impidiendo o incrementando la desviación de datos si utilizamos el método mecánico. Este método viene a ser el más común en uso, ya que brinda información de mayor detalle para distintos parámetros.

- Clasificación vehicular y movimientos en direcciones asignadas de una intersección.
- Dirección asignada del recorrido
- Según la placa, el lugar de origen del vehículo.
- El largo de una cola de espera en semáforo o uso que se da a un carril
- Cantidad de personas por automóvil

Periodos de conteo:

Se refiere a la cantidad que abarca la duración en la que se desarrolla la actividad del aforo de tránsito en alguna intersección específica, es variable según las características de los datos que necesitemos recolectar y el uso que se le dará a los datos antes mencionados, dependiendo de eso pueden ser los siguientes:

Aforo para 24 horas:

Se denomina así por la característica de abarcar una cantidad de 24 horas de conteo, entre las doce horas del día lunes a las doce horas del día viernes. El tráfico establecido los viernes a lunes debe variar y determinar el comportamiento del flujo de la intersección o corredor vial a ser estudiado.

Aforos durante Periodos de máxima demanda:

Deben omitir fechas donde se ocurran eventos especiales o multitudinarios para evitar lecturas anormales o variantes.

Según el área metropolitana tiene variaciones, así como varían también dependiendo de la proximidad a centros donde se genere flujo vehicular, llámese áreas céntricas de las ciudades o áreas de industria, los periodos de tiempo van a estar fijados entre las 7 a 9 am, y de 5 a 7 pm.

Se aplicarán los valores de ajuste para que exista las compensaciones de las variaciones correspondientes, proporcionar estimaciones realistas según las condiciones del volumen promedio o para que haya la expansión del aforo para periodos más largos.

Estos factores se correlacionan y se obtienen a través del uso de la información que se registró previamente gracias a los puntos de control continuo.

- Conteos de fin de semana: abarcan un periodo que será entre el día viernes y lunes, de seis de la tarde a las seis de la mañana.
- Conteos de 24 horas: se utilizará para cualquier periodo que abarque 24 horas seguidas.
- Conteos de 7 días: utilizado para acopios de información durante 24 horas por la cantidad de 7 días continuos.
- Conteos de 3 días: utilizado para acopios de información durante 24 horas por la cantidad de 3 días continuos.
- Conteos de 16 horas: utilizado para acopios de información durante 16 horas, de 10 pm a 6 am.

- Conteos de 12 horas: utilizado para acopios de información durante las primeras horas del día a la tarde del día mismo, 6 am a 6 pm.
- Conteos en periodos picos: utilizado para acopios de información durante que se enfocan en los periodos de mayor demanda del tráfico.

2.2.3. Velocidades

Se le conoce así a la relación entre una sección de calzada a ser recorrida y al tiempo de demora que toma recorrer toda la extensión de la misma, se expresa en la magnitud de mph o kmh. La formula expresada para esta magnitud es la siguiente:

$$v = d / t$$

Velocidad Media Temporal

Se le conoce así a la cantidad resultante de la media aritmética sobre la cantidad de velocidades registradas de un grupo de automóviles que recorren una sección específica de calzada, por el periodo de un tiempo determinado según el criterio de ejecución. Esta velocidad media puede determinarse por la siguiente fórmula.

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Velocidad Media Espacial

Se determina a esta velocidad como a la proporción de la media aritmética tomada de las velocidades de todos los automóviles que han transcurrido por un mismo punto en sí.

$$\bar{v}_e = d / \bar{t}$$

Velocidad de recorrido

Acreditada además como el global de la velocidad, o también como velocidad de viaje, viene a ser el resultado de hacer la división de la distancia recorrida, desde el inicio al fin del viaje, entre el tiempo que se tomó en recorrer dicha vía. El tiempo total recorrido incluye a todas las demoras por operaciones o reducciones según la estructura del tránsito de aquella vía, hablamos de dispositivos de control, paradas, etc.

Velocidad de Marcha

La mayor de dos velocidades se considera velocidad de cruce. Es el que se obtiene restando todas las veces que el vehículo se detiene de su tiempo en movimiento. Es la más rápida de las dos velocidades; generalmente es más rápido que el tiempo que se tarda en viajar.

2.2.4. Análisis de Flujo Vehicular

El concepto referente a la forma en la que circulan los vehículos en cualquier tipo de viabilidad, es conocido como análisis de flujo vehicular, y sirve para medir el nivel de eficiencia de la operación.

La propuesta de generar modelos macro y microscópicos que guarden relación entre los distintos factores ya conocidos como, la velocidad, densidad, volumen y espaciamiento, confiere al análisis de flujo vehicular uno de sus resultados más útiles. Estas propuestas de

modelamiento son consideradas la piedra angular del avance del concepto de nivel de servicio y capacidad vial, el cual se aplica a diferentes tipos de elementos viales.

Variables Relacionadas con el Flujo

Las variables relacionadas con el flujo son la tasa de flujo, el volumen, el intervalo simple entre vehículos consecutivos y el intervalo promedio entre varios vehículos.

Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (Q)

La tasa de flujo es; la cantidad de automóviles, N, que transitan durante un extracto de tiempo específico, T, menor a sesenta minutos, expresada en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/ s).

La tasa de flujo, se calcula con la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T}$$

Intervalo simple (hi)

El intervalo de tiempo entre dos vehículos que pasan uno junto al otro se mide en segundos, también denominado intervalo entre vehículos.

Intervalo Promedio (h)

Es el punto medio de todos los intervalos de tiempo iguales entre los vehículos que viajan por la carretera. Debido a que es el promedio, convierte el tiempo s/veh de cada vehículo en segundos.

2.2.5. Flujo Vehicular

El flujo vehicular o flujo de tránsito viene a ser la consecuencia que ocurre de la intersección de una calzada, calle o carretera y la cantidad de carros o automóviles que pasan sobre dicho espacio. Es totalmente indispensable para realizar el diseño alguno de una vía, el conocer los atributos de tránsito y volúmenes de automóviles que circularan por dicho espacio.

Tasa de Flujo (q) y volumen (Q)

Se le conoce así a la medida matemática de la frecuencia o asiduidad con la que pasan por un punto determinado una cantidad de automóviles. Siempre y cuando el lapso a tomar en cuenta sea menor a una hora, y será expresado en vehículos sobre hora.

$$q = N / t$$

2.2.6. Semáforos

Los semáforos son elementos del tránsito, de configuración electrónica, formulados en primera instancia para procurar el manejo del tránsito de vehículos y peatones mediante indicaciones visuales, logrando de dicha forma el paso alternado entre las vías y haciendo un sistema seguro y continuo.

Ventajas y desventajas

Si la instalación y operación de los semáforos es correcta, estos podrán aportar diversas ventajas. Sin embargo, si uno o más semáforos son deficientes, pueden entorpecer el tránsito.

Ventajas

- Regula el desorden ocasionado por la congestión vehicular en el tránsito.
- Genera disminución del índice de accidentes.

Desventajas

- Su colocación implica gastos superiores a los de mejorar la circulación solo con señaléticas.
- Al no estar actualizados en momentos no críticos generan retardos injustificados ya que los volúmenes son mínimos a ciertas horas del día.

2.2.7. Capacidad Vial

La capacidad vial se define como el permisible superior o máximo de automóviles que pueden transitar por una sección o tramo de una vía en los dos sentidos, dentro de un periodo determinado de tiempo, siendo este muy a menudo el periodo de 15 minutos, ya que en este lapso de tiempo es más probable encontrar un flujo vehicular estable.

Niveles de servicio:

El nivel de servicio mide cualitativamente la calidad del flujo vehicular describiendo condiciones de operaciones y la percepción de los pasajeros y motoristas. Dichas condiciones se describen por factores, los cuales son:

- Tiempo de demora en recorrer una vía y la velocidad
- La libertad de realizar maniobras
- La comodidad y el confort
- La conveniencia

- La seguridad en la vía

2.2.8. Nivel de Servicio

El manual de capacidad de carreteras (HCM 2000) define 6 niveles de servicios y son los siguientes:

Nivel de servicio A

Hace referencia a aquellas vías en las cuales el flujo es libre. Los usuarios de la vía tienen libre el criterio de elección de sus velocidades deseadas y maniobras dentro de los parámetros de tránsito. Este nivel posee una comodidad y convivencia excelente.

Nivel de servicio B

Hace referencia a un flujo estable. La libertad del usuario en escoger la velocidad sigue casi sin ser afectada pero el nivel de maniobras si es afectado con respecto al nivel de servicio A . Este nivel posee una comodidad y convivencia buena.

Nivel de servicio C

Hace referencia a un flujo estable con la diferencia que los usuarios se ven afectados por interacciones de otros usuarios. La velocidad es afectada y el nivel de maniobras se restringe. Este nivel posee una comodidad y convivencia notable.

Nivel de servicio D

En este nivel la circulación es densa, restringiendo velocidades y maniobras, generando problemas de funcionamiento. El nivel de comodidad y convivencia es bajo.

Nivel de servicio E

En este nivel se ve marcado casi el límite de capacidad de la vía, la velocidad de los usuarios queda reducida uniformemente a un nivel bajo; en cuanto a las maniobras solo se podrán realizar cuando un usuario ceda el paso. Los niveles de comodidad y convivencia son notablemente inestables.

Nivel de servicio F

En este nivel se puede ver un flujo forzado, se da cuando el flujo de la vía supera su capacidad. En dicho nivel se puede visualizar las ondas de parada y arranque, los cuales son inestables.

Capacidad vial de una intersección con semáforo

Contando con las condiciones del tráfico, la calle, los semáforos y señaléticas, la definición correcta vendría a ser como el flujo máximo en una intersección en un lapso de tiempo dado.

La cantidad de autos según el movimiento asignado, la composición de los tipos de vehículos, las maniobras a ejecutarse para estacionamiento, los conflictos en los que intervengan peatones, etc. son las condiciones de tráfico más importantes. Las condiciones de la calle son las características geométricas de la calle o calzada por la que circula el vehículo y las condiciones del semáforo, clima, etc., que podemos controlar.

Para un análisis de potencia adecuado, debe existir una relación de flujo de corriente (v) entre 15 minutos de potencia máxima tomada de un canal o conjunto de carriles, este valor se denomina saturación (X_i).

El flujo considerado como saturado, o de saturación, se definirá como la tasa o cantidad máxima de flujo de los automóviles que, por una vía o cruce vial, recorren la misma. El flujo saturado se define como el flujo máximo de vehículos que pueden pasar por una intersección o conjunto de carriles. El mencionado antes concepto se ejecutará para hacer la determinación de la capacidad de un conjunto de carriles y se expresa en vehículos por hora verde (vphv). Esta capacidad es:

$$c_i = s_i(g_i/C)$$

Donde:

c_i = potencial del grupo de calzadas (vph)

s_i = flujo saturado para el conjunto de calzadas (vphv)

g_i = lapso de color verde efectivo para el conjunto de calzadas (s_i)

C = lapso de tiempo de los semáforos (s_i)

$g_i C$ = nexo de tiempo color verde para el conjunto de calzadas 30

El nivel saturado para un conjunto de calzadas (i) está conformado por la siguiente fórmula:

$$(v/c)_i = X_i = v_i / (s_i(g_i/C))$$

Niveles de servicio en las intersecciones semaforizadas:

El nivel de servicio en los semáforos se expresa como demora promedio por vehículo, lo que representa la relación entre el tiempo de viaje, el costo de la gasolina y la frustración de los usuarios.

El Manual de Capacidad Vial (HCM 2000) define los niveles de servicio en 6 niveles con las siguientes características:

Nivel de servicio A:

Todas las acciones que tengan o posean una latencia inferior a 5,0 segundos por vehículo debido a que el vehículo llega cuando el semáforo está en fase o color verde.

Nivel de servicio B:

Todas estas acciones o características pertenecen a los movimientos con una latencia de 5,1 a 15,0 segundos para el vehículo.

Nivel de servicio C:

Esto permite el tráfico normal, algunos lapsos comienzan a averiarse y cada automóvil se retrasa entre 15,1 y 25,0 segundos.

Nivel de servicio D:

Los retrasos o retardos en esta categoría son debido a automóviles que entran en un lapso de color rojo, tiempos largos o alta saturación.

Nivel de servicio E:

Se considera a esta categoría como al límite final que se puede disponer o aceptar en las demoras, ya que los movimientos suelen ser

demasiado saturados, con un rango de operación que varía entre los 40 a 60 segundos. Tienen lapsos largos y saturados.

Nivel de servicio F:

Son aquellos movimientos que tienen un retraso que va desde los 60 segundos a más por automóvil, el exceso de congestionamiento es el más alto de todos.

Metodología de análisis operacional de intersección con semáforos:

Con el fin de capturar los parámetros de nivel de servicio, y capacidad vial es debido que se realice un análisis de las operaciones que conforman esta estructura a un nivel de alta complejidad, nos apoyaremos con la siguiente tabla resumen:

MODULOS	OPERACIONES
Módulo en entrada	Parámetros de la geometría de la intersección.

	<p>Características del tránsito.</p> <p>Parámetros de las intersecciones semaforizadas.</p>
<p>Módulo en ajuste de volúmenes</p>	<p>Medición de la hora en máxima demanda</p> <p>Elección del conjunto de calzadas</p> <p>Medición de las cantidades o volúmenes a los conjuntos de calzadas.</p>
<p>Módulo en flujo saturado</p>	<p>Circulación de saturación idónea o ideal</p>
<p>Módulo en análisis de capacidad</p>	<p>Cómputo de las suficiencias por grupo de calzadas.</p> <p>Cómputo de la incidencia de congestión por conjunto de calzadas.</p> <p>Resultados agregados</p>
<p>Módulo en nivel de servicio</p>	<p>Cómputo de latencias por conjunto de calzadas.</p> <p>Latencias o demoras adicionadas.</p> <p>Selección del nivel de servicio.</p>

Fuente: Libro de Ingeniería de Tránsito-Cal y Mayor, 2017.

Tabla 1: Metodología de análisis operacional de intersección con semáforos

Módulo ajuste de volumen:

Con la finalidad de encontrar la información indispensable para realizar el cambio del volumen horario vehicular a una circulación existente a un tiempo de 15 minutos, se utilizará la fórmula siguiente:

$$vp=V/FHMD$$

Donde:

vp = tasa de flujo durante los 15 minutos pico (vph)

V = volumen horario (vph)

Un acápite de suma relevancia en esta sección es el distanciamiento del grupo de carriles y la agrupación de estos de acuerdo al sentido que tenga cada calzada.

Tomando en consideración que cuando más de un par de calzadas pueden servir a un mismo movimiento de automóviles, la cantidad o volumen no se logra repartir de manera equitativa. Para lograr conseguir esta circulación ajustada en el conjunto de calzadas se utilizará la fórmula siguiente:

$$vi=vgi*Ui$$

Donde:

vi = flujo de demanda ajustado en el grupo de carriles i (vph)

vgi = flujo de demanda no ajustado en el grupo de carriles i (vhp)

Ui = factor de utilización de carril para el grupo de carriles i

N°de carriles	U_i
1 carril	1.00
2 carril	1.05
3 carril	1.10

Fuente: Libro de Ingeniería de Transito-Cal y Mayor,2017.

Tabla 2: Factor de utilización de carril según número de carriles.

Módulo del flujo de saturación:

Serán conseguidos los resultados necesarios en campo mediante la fórmula siguiente:

$$s = s_o * N * f_A * f_{VP} * f_p * f_E * f_B * f_L * f_{VD} * f_{VI}$$

Donde:

s = circulación de saturación del conjunto de calzadas (vphv)

s_o = circulación de saturación de condiciones idóneas

N = cantidad de calzadas del conjunto

f_A = propiedad de ajuste por relación de la amplitud de calzada

f_{VP} = propiedad de ajuste para automóviles pesados

f_p = propiedad de ajuste por pendiente del acceso

f_E = propiedad de ajuste por total de carriles de estacionamiento

f_B = propiedad de ajuste por paradas de autobuses

f_L = propiedad de ajuste por localización de intersección

f_{VD} = propiedad de ajuste por vueltas a la derecha

f_{VI} = propiedad de ajuste por vueltas a la izquierda

Módulo de análisis de capacidad:

En el presente módulo se va a computar la capacidad de cada ingreso o conjunto de calzadas según la siguiente fórmula:

$$c_i = s_i * (g_i / C)$$

La dicotomía de capacidad y nivel de saturación contra el volumen se realiza con la siguiente ecuación:

$$(v/c)_i = X_i = v_i / (s_i (g_i / C))$$

2.3. Marco conceptual

- Densidad de tráfico: es la cantidad de autos que abarcan una unidad de espacio de la calzada en un instante fijo.
- Intensidad: es el caudal total que atraviesa un tramo de carretera en los dos sentidos al año, dividido por el número de días al año.
- Distribución tendencial o direccional: es el volumen del giro en una hora determinada, más que nada según el tipo de giro o dirección del tráfico en tendencia, expresado en porcentaje de ambos volúmenes.
- FHMD: también conocido como factor de pico (FPH), expresa la relación entre el volumen durante la hora de máxima demanda y la tasa de volumen máximo durante la hora de máxima demanda.
- Congestión vehicular: También conocida como “cuello de botella”, se refiere al patrón de flujo vehicular dentro y entre ciudades caracterizado por la saturación, lo que genera demandas excesivas en el uso de las vías. El consumo adicional de gasolina, el aumento de la demora en la transferencia son algunas de sus consecuencias.
- Nivel de servicio: es la medición de la calidad de confort que ofrece una calzada de dos carriles a los conductores o peatones, como se dijo anteriormente es la interpretación del nivel de comodidad utilizado al pasar por el cruce.
- Tiempo de retraso: el tiempo que un conductor pasa en la carretera porque no es posible adelantar a otros vehículos que le preceden.
- Capacidad: es el caudal mayor en una hora de autos que se puede saber pasaran a través de una sección o secciones uniformes de cualquier camino durante un período de tiempo determinado, sujeto a las condiciones predominantes de la calzada y el tráfico. La capacidad es el flujo de vehículos o personas durante un cierto período de tiempo, generalmente 15 minutos durante los períodos pico.

- Velocidad: Es la dicotomía entre la longitud de distancia que recorre un objeto y el tiempo que demorara en llegar del inicio al final.
- Tiempo transcurrido o de marcha: viene a ser el ciclo o los ciclos en los cuales un vehículo se encuentra en locomoción.
- Tiempo de viaje o de recorrido: se consigna este término como el tiempo necesario para que un vehículo transcurra una cierta longitud de distancia preestablecida, considerando el lapso en detenimiento por motivos de la interferencia de otros vehículos o restricciones y prohibiciones del tráfico. Este término no debe ser reemplazado con el tiempo de viaje, que es el lapso en que un peatón demora en llegar desde el punto de partida hasta el destino.
- Fase: Una parte de una fase se crea como una construcción de dos o más movimientos que sincrónicamente producen uno o más intervalos de movimiento directo. Una sola locomoción peatonal o vehicular, o en su defecto, la combinación de los dos anteriores, integra el concepto de fase.
- Flujo saturado: Ocurre cuando el semáforo se pone en color verde, el volumen y cantidad de tráfico de vehículos que cambian la línea de STOP poseerá una tendencia a aumentar rápidamente y se mantendrá continua y perenne hasta que la línea de vehículos desaparece o la luz verde cambie de fase.
- VHMD: es el valor que se considera como representante de la cantidad de vehículos en la característica de máxima demanda del periodo, que se presentaran en el lapso de 24 horas.
- VHP: determinación y previsión de las características geométricas de la vía con volúmenes de tráfico horarios previstos.

- FHP: este concepto expresa el factor de volumen relativo a la hora de máxima demanda dividido por el caudal de la hora de máxima demanda de 15,0.
- Intervalo de tiempo: este concepto expresa el número o el lapso de minutos que han transcurrido desde que varios coches consecutivos han cruzado una porción de tramo determinado de la vía.
- Composición del tráfico: es la tipificación del uso del vehículo y características tangibles del mismo, el cual usará la vía, vehículos de transporte interprovincial, autos pesado, transporte público distrital, etc. (excluidos los vehículos ligeros con una relación peso/potencia similar a los turismos), expresado en porcentaje del tráfico horario previsto.

2.4. Sistema de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis

La evaluación de la capacidad vial y nivel de servicio mediante el conteo vehicular en el cruce de las Av. América Oeste y Av. Jesús de Nazareth, determinará el grado de congestión vehicular para proponer el planteamiento de solución mediante el programa Synchro Traffic. Donde estimamos una mejora de las condiciones de transitabilidad, condiciones de la vía y los factores adyacentes que se determinará de manera definitiva en el desarrollo de la tesis.

2.4.2. Variables

Variable 1:

(V1): Capacidad Vial

Variable 2:

(V2): Nivel de Servicio

2.4.3. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Capacidad vial.	Se le conoce así al procedimiento necesario para saber o determinar si en un cruce vial, o confluencia urbana, pueden pasar cierta cantidad de actores de la vía, peatones o vehículos, la capacidad vial establece los límites de las cantidades que pueden circular por ese mismo punto, o porción de vía en un lapso determinado de hora, además que se avoca a tener como características condicionantes a la calidad del flujo vehicular, calidad de señaléticas de la vía, etc.	Es el ápice de proporción o segmentación durante una hora acerca de los automóviles (o peatones) que ejerzan la posibilidad de transitar por una porción, parte o tramo de cualquier calzada o vía durante un determinado periodo de tiempo, condicionadas a las propiedades del camino a recorrer, dispositivos, señaléticas y tránsito establecido.	Inventario o parque Vehicular, obras públicas de vías para transitar, dispositivos para controlar y fiscalizar el tráfico.	-Cantidad de autos en horas segmentadas pero críticas. -Tiempo para cambio de color de semáforos	-Inspección visual in situ - Fichas normalizadas y mnemotécnicas - Libreta de apuntes - Utilización de estructuras de global posicionamiento,
			La tasación de la capacidad de vía, Nivel de servicio y demoras preestablecidas	- Tipificación de coches en horas críticas. -Mensuar las variables de la geometría existente, (veredas, bermas, pista, etc). - Contemporización de elementos de control semaforizados y las demoras en el cambio de fase propia.	-Cámara fotográfica -planos de vereda, calzada y pavimento -Normas de diseño
Nivel de servicio	Es una propiedad en un sentido característico o cualitativo, que se basa en detallar las particularidades de operación en cualquier flujo vehicular, estas particularidades se cuantificaran en términos como, tiempo de recorrido, velocidad, permisividad para realizar maniobras, comodidad, seguridad vial, etc.	Es un parámetro que regula la calidad de un flujo en un carril o vía, como se mencionaba, es una medida cualitativa y ordinal., que sirve para discriminar acerca del flujo de tránsito, las condicionantes de operación o servicio que la componen y el sentido de confort propio de los actores en una confluencia vial, sean peatones o conductores, en relación con la aceleración de cada auto, tiempo de demora en llegar al destino, interrupciones, etc.	Niveles de intervención	-Mantenimiento diario y mensual - Reformulación y análisis para el mejoramiento.	-Observación directa -Checklist necesario con parámetros establecidos.
			Modalidad de ejecución	Administración directa	-Observación directa -Cuadro de notas

Fuente: Libro de Ingeniería de Transito-Cal y Mayor,2017.

Tabla 3: Operacionalización de variables.

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva, está contemplado al determinar que se obtendrá información por medio de un conteo normalizado del parque automotor de una determinada zona o confluencia.

3.1.2. Nivel de investigación.

El estudio presente fue diseñado para incluir un diseño de base a campo, ya que este diseño establecido nos facilita no solo la observación, empero también la pesquisa de información acopiada directamente de la situación problemática real e insitu de la zona, y ulteriormente realizar el análisis e interpretación de dichos datos.

3.1.1. Población y muestra de estudio

Población

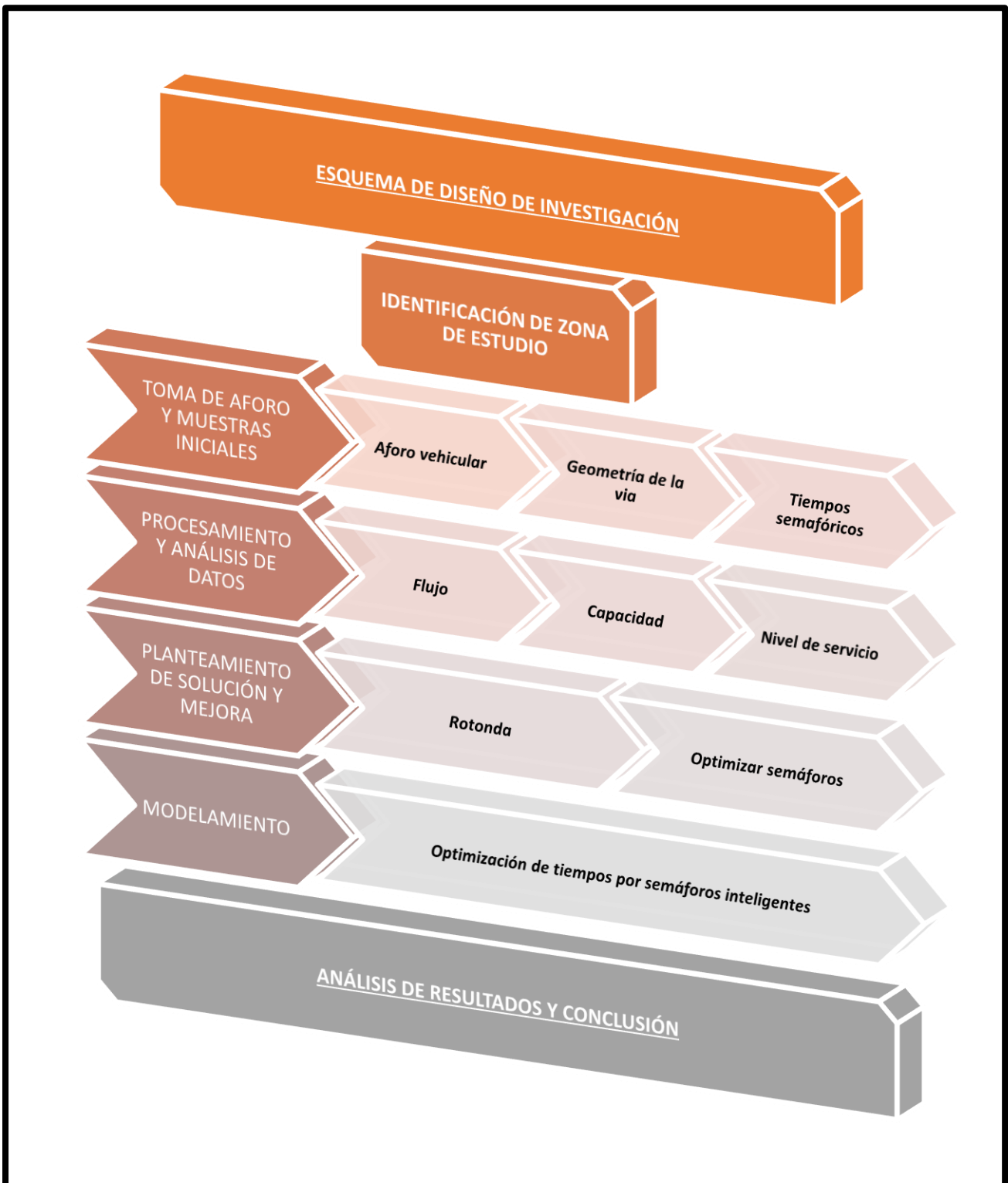
La población estuvo conformada por los automóviles circundantes a la intersección de las Avenidas: Av. América Oeste y Av. Jesús de Nazareth.

Muestra

La muestra de la investigación es:

- La cuantía de vehículos que circulan en la confluencia vial durante el periodo de aforo.

3.2. Diseño de investigación



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1: Esquema de diseño de investigación

3.3. Técnicas e instrumentos de investigación

El presente instrumento utilizado sobre la obtención de los datos que confieren al trabajo de investigación, tendrá en consideración a las técnicas de observación y medición, y aquellas serán usadas con la finalidad de recolectar los datos sobre una previamente existente, cada toma de datos medrará al aseguramiento de un estudio completo.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Procedemos con el acopio de información, el cual se hizo mediante la inspección visual directa utilizada para escandir el número de automóviles que circulan por las vías, a su vez también para la obtención de los lapsos de tiempo en recorrido de los automóviles, en el primer tópico se hizo sincrónicamente al llenado de las hojas con los cuadros de aforo correspondiente; y para el segundo tópico se realizó usando un cronómetro y wincha para la determinación de la distancia de movimiento o recorrido.

Tal cual, el procedimiento en gabinete, y con el soporte para escandir información de las hojas de cálculo en el software Excel, y la información teórica que compone a las fórmulas del marco teórico, se realizó el análisis de datos. El cual a su vez tiene correspondencia a determinar los volúmenes del tránsito vehicular, velocidades de recorrido, velocidad promedio y otros.

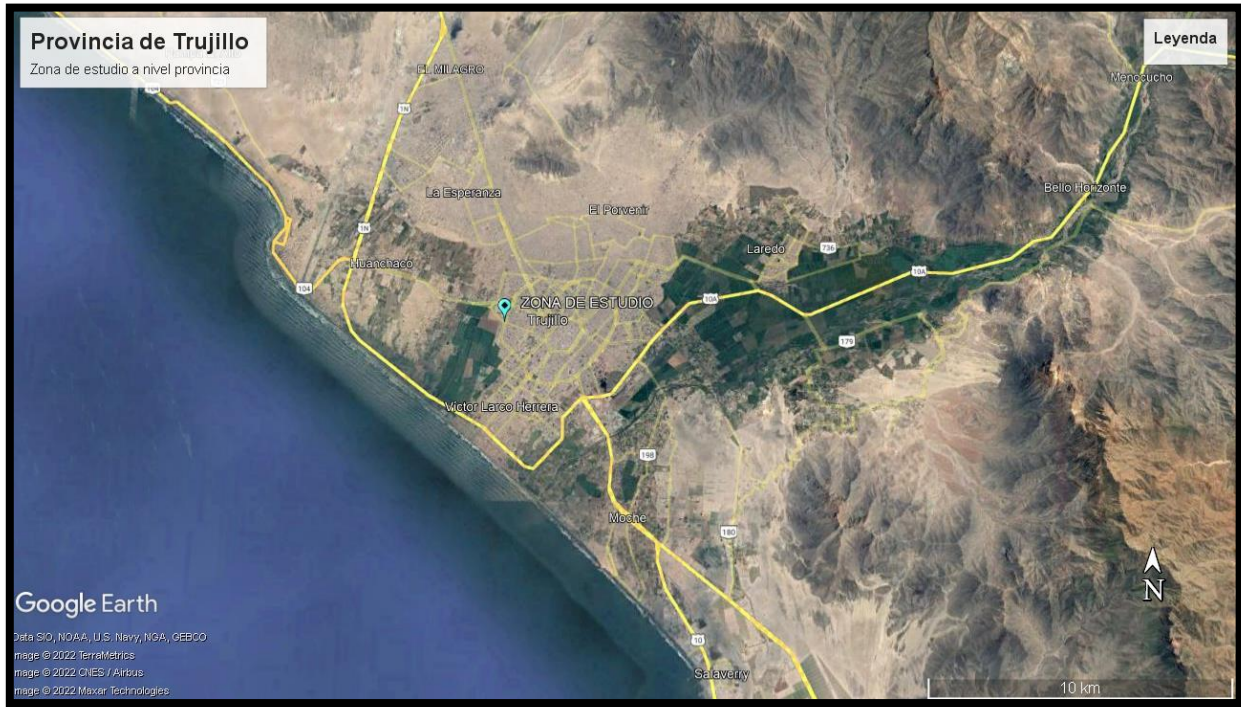
IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Ubicación del proyecto

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Región La Libertad, Provincia de Trujillo, Distrito de Trujillo, en la intersección de la Av. América Oeste y la Av. Jesús de Nazareth.

Limita por el norte con el Mall Plaza Trujillo, y por el sur con la Urb. Natasha Alta y la Urb. Covicorti y comprende cuatro estaciones ubicadas en las esquinas Norte, Sur, Este y Oeste de la confluencia.



Fuente: Google Earth Pro

Gráfico 2: Localización del Proyecto (Provincia de Trujillo)



Fuente: Google Earth Pro

Gráfico 3: Localización del Proyecto (Distrito de Trujillo)



Fuente: Google Earth Pro

Gráfico 4: Confluencia de las avenidas y estaciones de aforo.

4.1.2. Volúmenes Vehiculares

- Volúmenes Vehiculares Acceso Norte

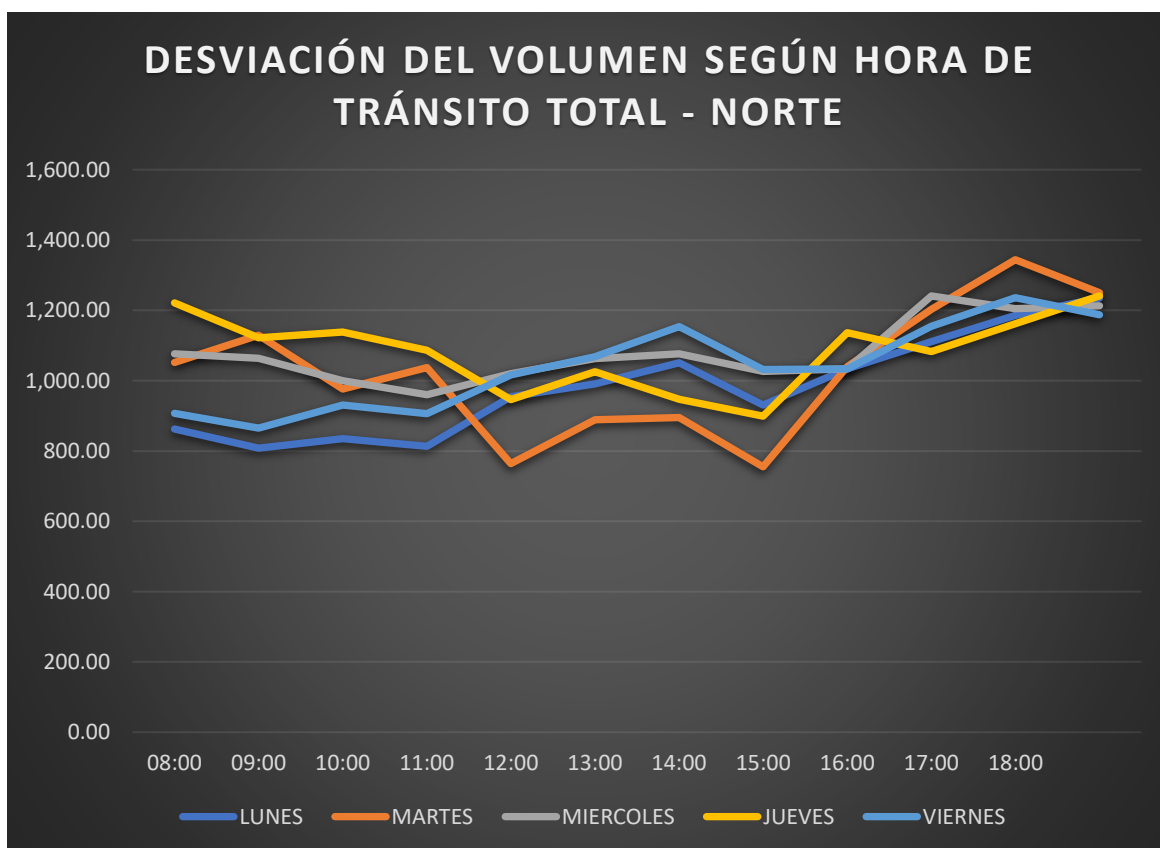
Para la tabla ulterior vamos a realizar el detalle de la cantidad de carros respectivos por día del periodo del aforo, durante un lapso de 12 horas. Podemos validar que el día más incidente es el jueves.

Tabla 4: Desviación del volumen por hora según tránsito mixto acceso Norte.

ESTACION NORTE					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
07:00 - 08:00	862.00	1,052.00	1,076.00	1,221.00	907.00
08:00 - 09:00	808.00	1,129.00	1,064.00	1,122.00	865.00
09:00 - 10:00	835.00	976.00	1,000.00	1,138.00	931.00
10:00 - 11:00	813.00	1,037.00	960.00	1,086.00	906.00
11:00 - 12:00	954.00	764.00	1,020.00	946.00	1,016.00
12:00 - 13:00	991.00	889.00	1,063.00	1,025.00	1,068.00
13:00 - 14:00	1,051.00	895.00	1,076.00	947.00	1,154.00
14:00 - 15:00	931.00	755.00	1,026.00	899.00	1,032.00
15:00 - 16:00	1,034.00	1,040.00	1,034.00	1,136.00	1,034.00
16:00 - 17:00	1,111.00	1,203.00	1,241.00	1,083.00	1,155.00
17:00 - 18:00	1,186.00	1,344.00	1,205.00	1,162.00	1,236.00
18:00 - 19:00	1,235.00	1,250.00	1,213.00	1,241.00	1,187.00
TOTAL	11,811.00	12,334.00	12,978.00	13,006.00	12,491.00

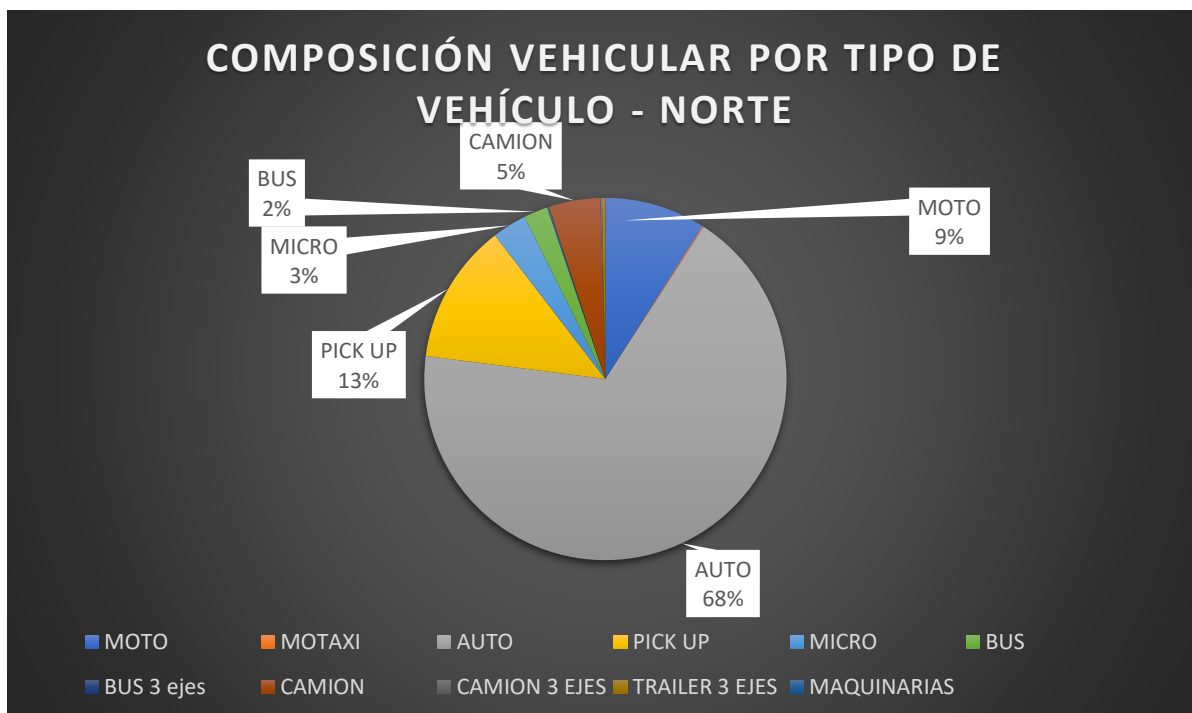
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Desviación del volumen por hora de tránsito total-Norte



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Desviación del volumen por hora por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

- Volúmenes Vehiculares Acceso Sur

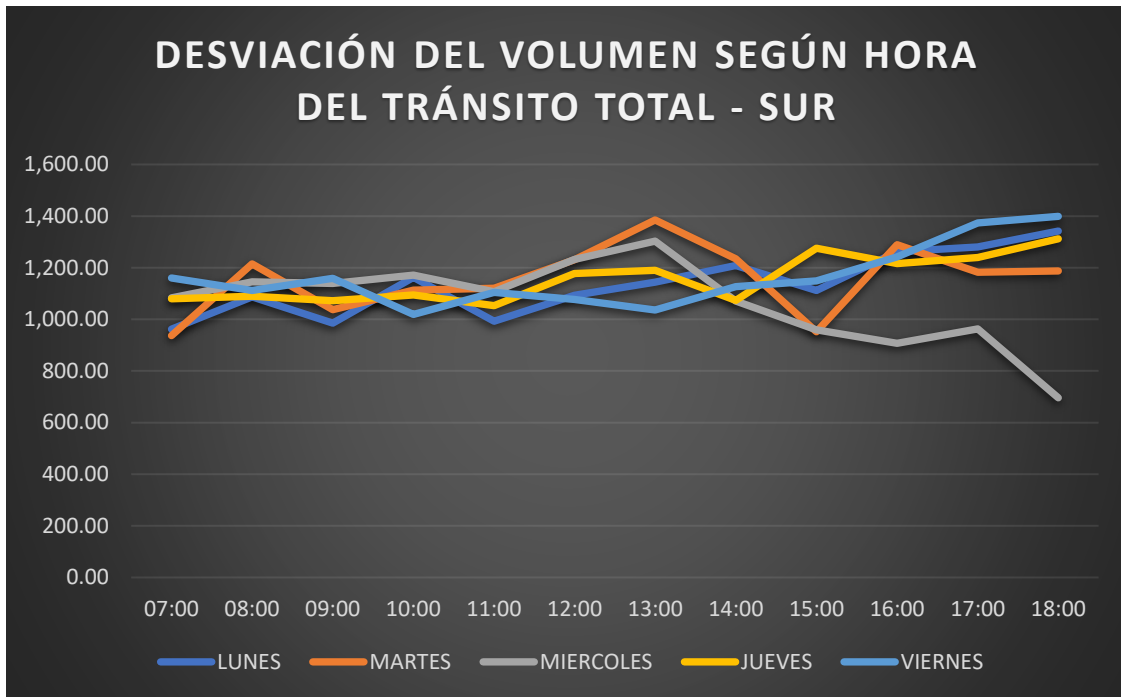
Para la tabla ulterior vamos a realizar el detalle de la cantidad de carros respectivos por día del periodo del aforo, durante un lapso de 12 horas. Podemos validar que el día más incidente es el viernes.

Tabla 5: Desviación del volumen por hora de tránsito mixto acceso Sur

ESTACIÓN SUR					
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
07:00 - 08:00	962.00	937.00	1,083.00	1,079.00	1,160.00
08:00 - 09:00	1,087.00	1,215.00	1,145.00	1,089.00	1,112.00
09:00 - 10:00	985.00	1,038.00	1,139.00	1,072.00	1,159.00
10:00 - 11:00	1,163.00	1,113.00	1,171.00	1,095.00	1,019.00
11:00 - 12:00	993.00	1,121.00	1,107.00	1,053.00	1,104.00
12:00 - 13:00	1,093.00	1,231.00	1,232.00	1,177.00	1,077.00
13:00 - 14:00	1,144.00	1,385.00	1,303.00	1,190.00	1,036.00
14:00 - 15:00	1,209.00	1,235.00	1,071.00	1,073.00	1,127.00
15:00 - 16:00	1,112.00	952.00	959.00	1,276.00	1,149.00
16:00 - 17:00	1,262.00	1,289.00	907.00	1,216.00	1,242.00
17:00 - 18:00	1,280.00	1,183.00	963.00	1,239.00	1,374.00
18:00 - 19:00	1,342.00	1,188.00	696.00	1,312.00	1,399.00
TOTAL	13,632.00	13,887.00	12,776.00	13,871.00	13,958.00

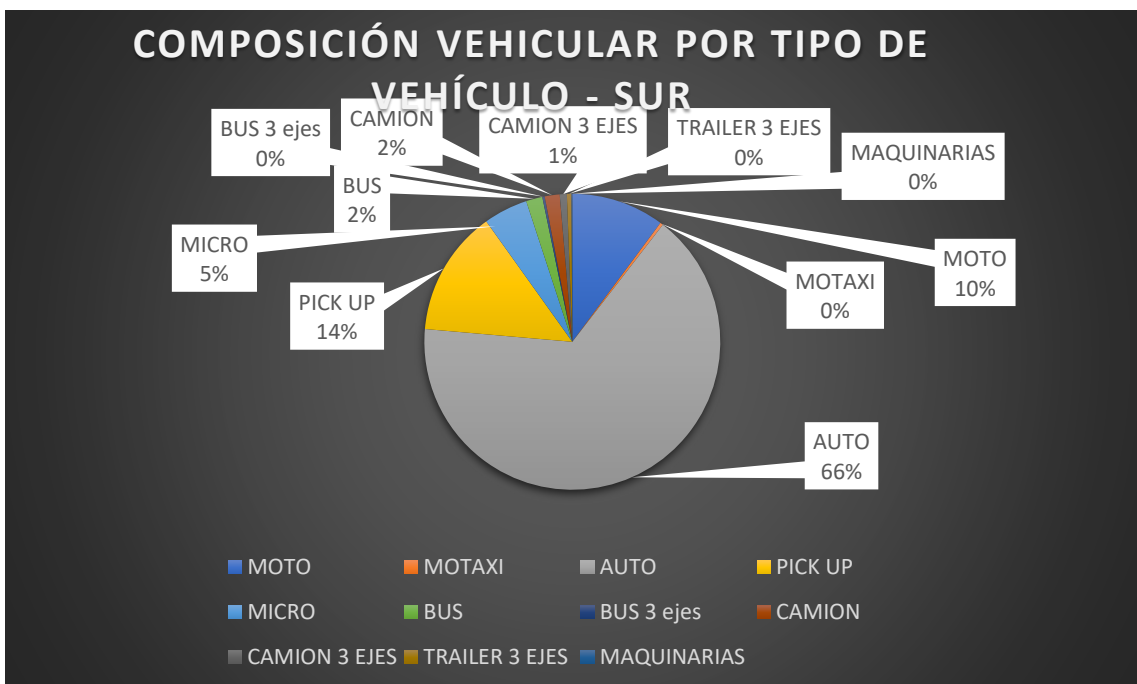
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Desviación del volumen por hora de tránsito total-Sur.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Desviación del volumen por hora por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

- **Volúmenes Vehiculares Acceso Este**

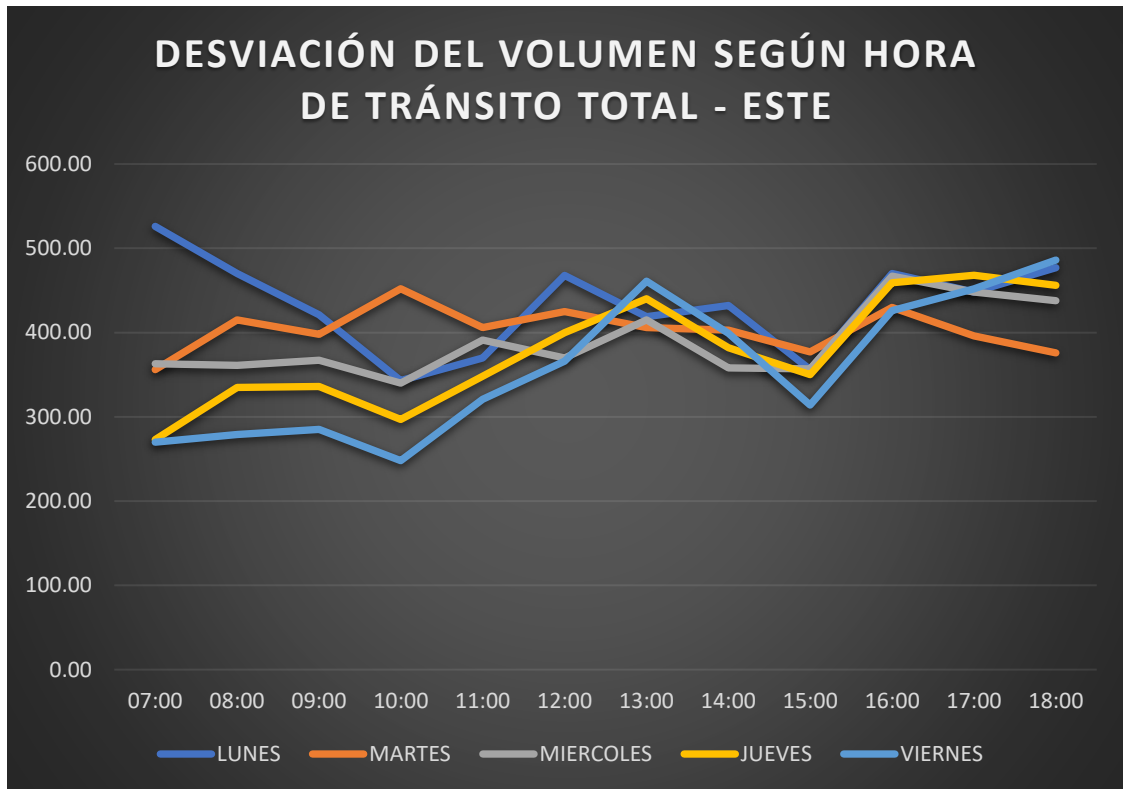
Para la tabla ulterior vamos a realizar el detalle de la cantidad de carros respectivos por día del periodo del aforo, durante un lapso de 12 horas. Podemos validar que el día más incidente es el lunes.

Tabla 6: Desviación del volumen por hora tránsito mixto acceso Este

ESTACIÓN ESTE					
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
07:00 - 08:00	526.00	356.00	363.00	273.00	270.00
08:00 - 09:00	470.00	415.00	361.00	335.00	279.00
09:00 - 10:00	421.00	398.00	367.00	336.00	285.00
10:00 - 11:00	343.00	452.00	340.00	297.00	248.00
11:00 - 12:00	370.00	406.00	391.00	348.00	321.00
12:00 - 13:00	468.00	425.00	370.00	400.00	366.00
13:00 - 14:00	419.00	406.00	415.00	440.00	461.00
14:00 - 15:00	432.00	403.00	358.00	382.00	399.00
15:00 - 16:00	356.00	377.00	357.00	350.00	314.00
16:00 - 17:00	470.00	430.00	467.00	459.00	426.00
17:00 - 18:00	448.00	396.00	448.00	468.00	452.00
18:00 - 19:00	477.00	376.00	438.00	456.00	486.00
TOTAL	5,200.00	4,840.00	4,675.00	4,544.00	4,307.00

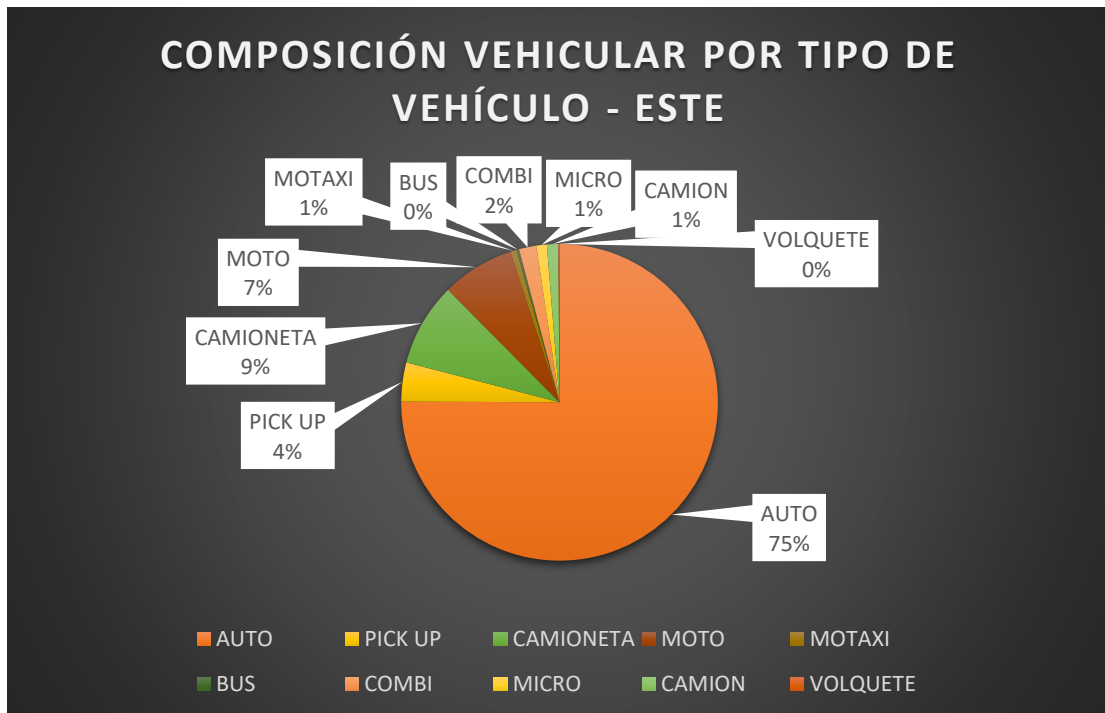
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9: Desviación del volumen por hora de tránsito total-Este.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Desviación del volumen por hora por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia

- Volúmenes Vehiculares Acceso Oeste

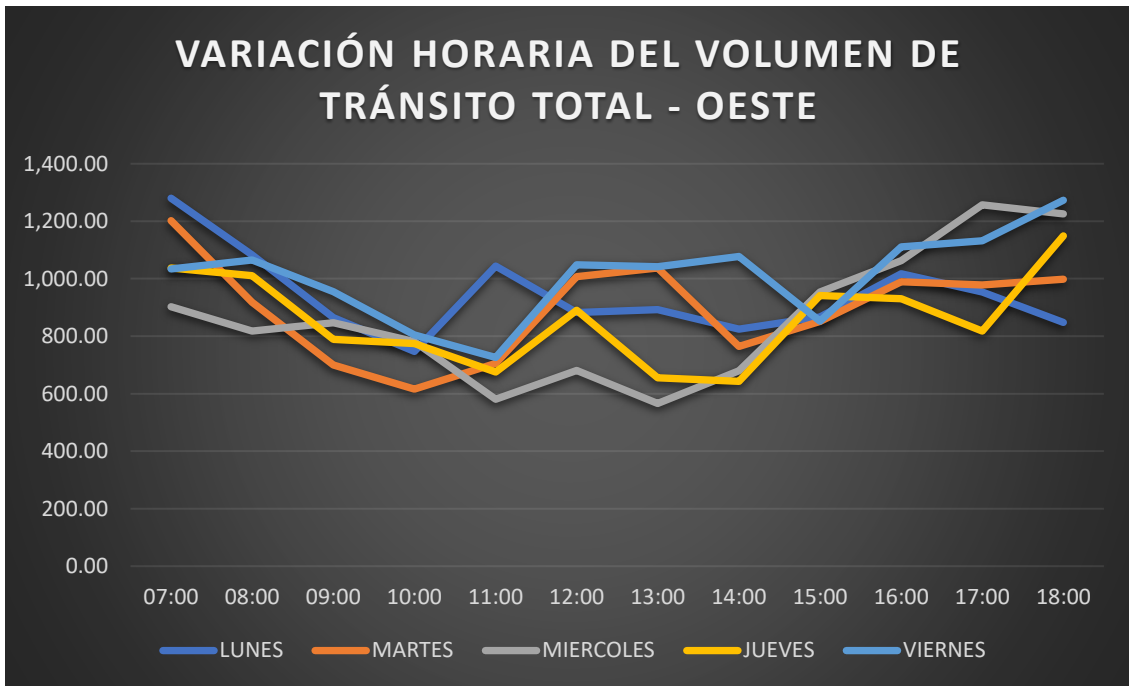
Para la tabla ulterior vamos a realizar el detalle de la cantidad de carros respectivos por día del periodo del aforo, durante un lapso de 12 horas. Podemos validar que el día más incidente es el viernes.

Tabla 7: Desviación del volumen por hora tránsito mixto acceso Oeste

ESTACIÓN OESTE					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
07:00 - 08:00	1.280,00	1.202,00	902,00	1.037,00	1.034,00
08:00 - 09:00	1.083,00	918,00	818,00	1.010,00	1.065,00
09:00 - 10:00	865,00	700,00	847,00	789,00	955,00
10:00 - 11:00	747,00	616,00	781,00	774,00	804,00
11:00 - 12:00	1.044,00	705,00	581,00	675,00	726,00
12:00 - 13:00	883,00	1.007,00	681,00	890,00	1.048,00
13:00 - 14:00	893,00	1.037,00	566,00	655,00	1.042,00
14:00 - 15:00	825,00	764,00	680,00	643,00	1.077,00
15:00 - 16:00	867,00	851,00	954,00	942,00	852,00
16:00 - 17:00	1.017,00	989,00	1.063,00	930,00	1.111,00
17:00 - 18:00	954,00	978,00	1.257,00	818,00	1.132,00
18:00 - 19:00	848,00	998,00	1.226,00	1.149,00	1.273,00
TOTAL	11,306.00	10,765.00	10,356.00	10,312.00	12,119.00

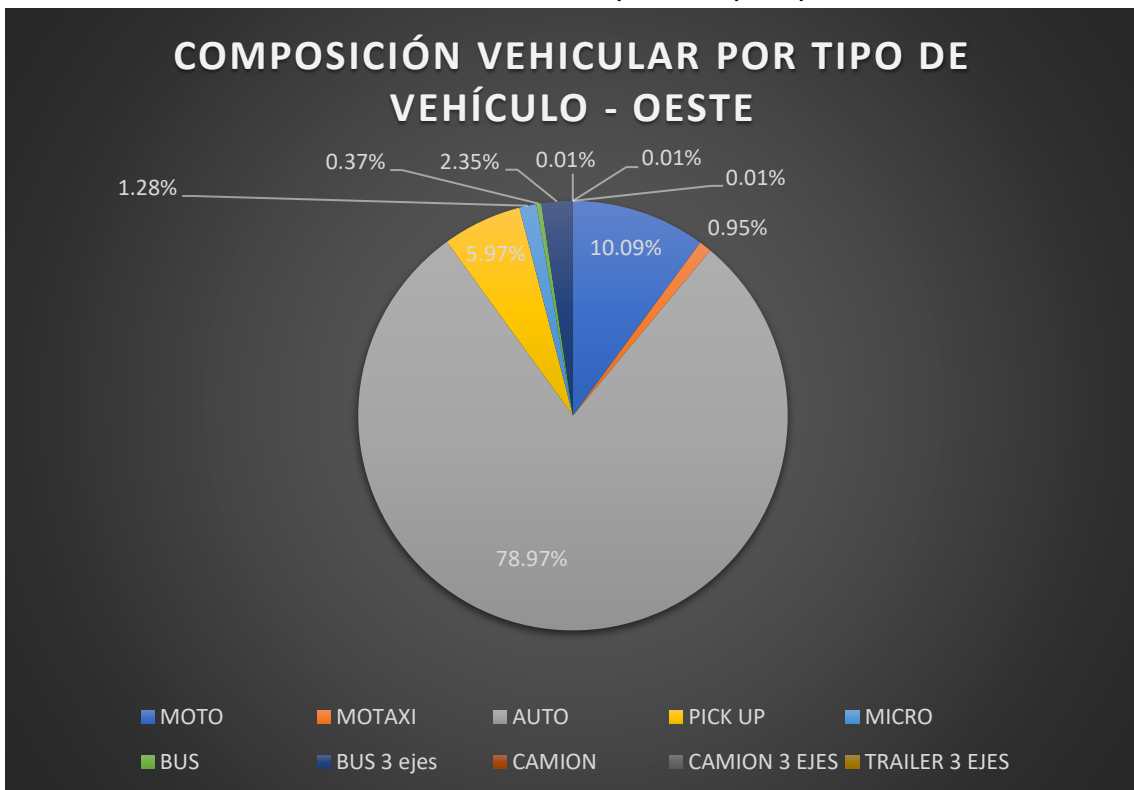
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11: Desviación del volumen por hora de tránsito total-Oeste



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: Desviación del volumen por hora por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Volumen Vehicular de máxima demanda

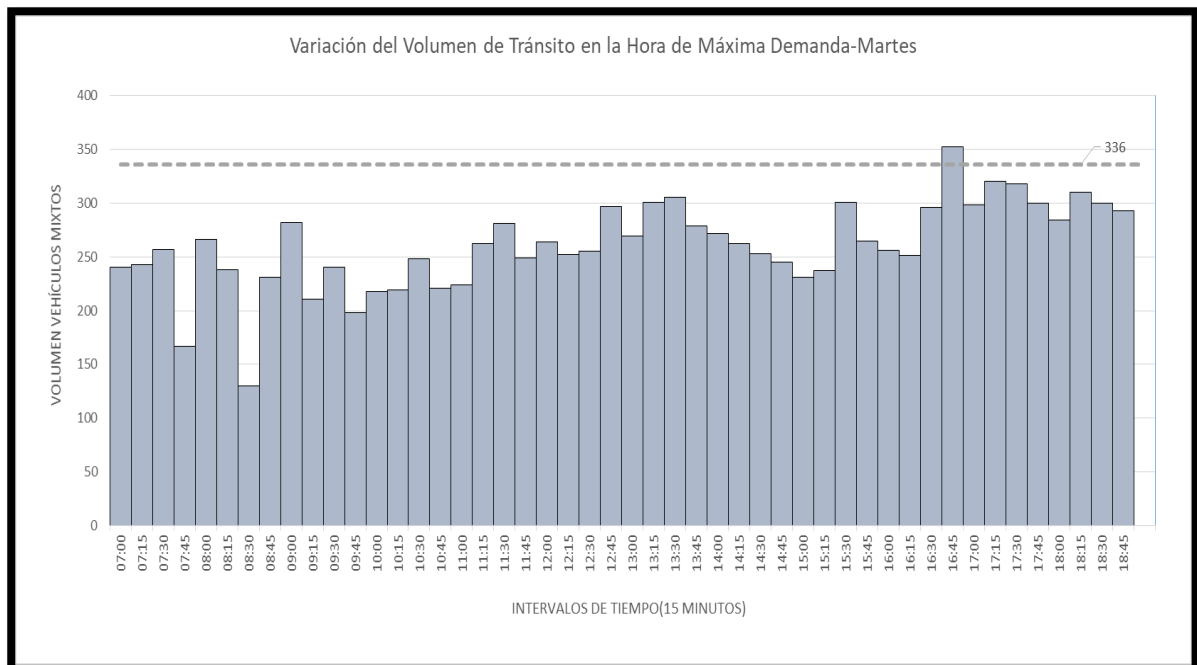
-Volumen horario de máxima demanda acceso Norte

Tabla 8: Volumen de máxima demanda acceso Norte.

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
VHMD	1,258	1,344	1,256	1,241	1,288
Q15MAX	321	352	337	339	352
FHMD15	0.98	0.95	0.93	0.92	0.91
VHMD como Q15=	315	336	314	310	322

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Norte



Fuente: Elaboración propia.

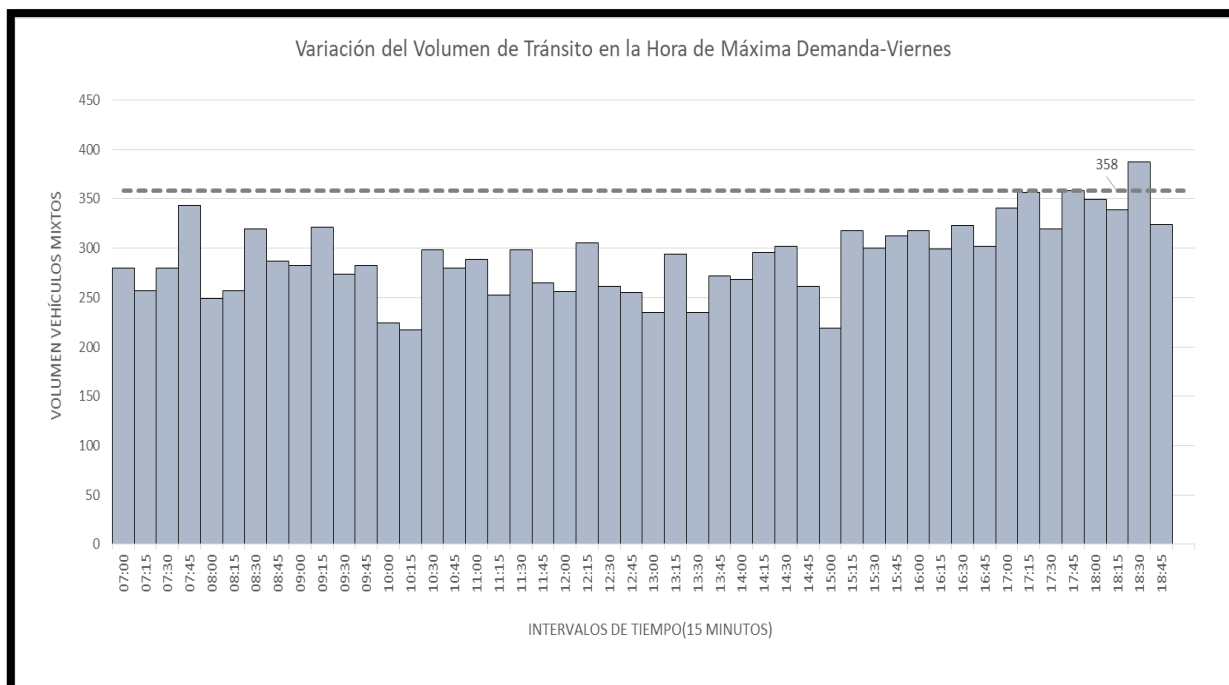
-Volumen horario de máxima demanda acceso Sur

Tabla 9: Volumen de máxima demanda acceso Sur.

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
VHMD	1,399	1,385	1,317	1,312	1,433
Q15MAX	362	361	364	338	387
FHMD15	0.97	0.96	0.90	0.97	0.93
VHMD como Q15=	350	346	329	328	358

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14. Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Sur



Fuente: Elaboración propia.

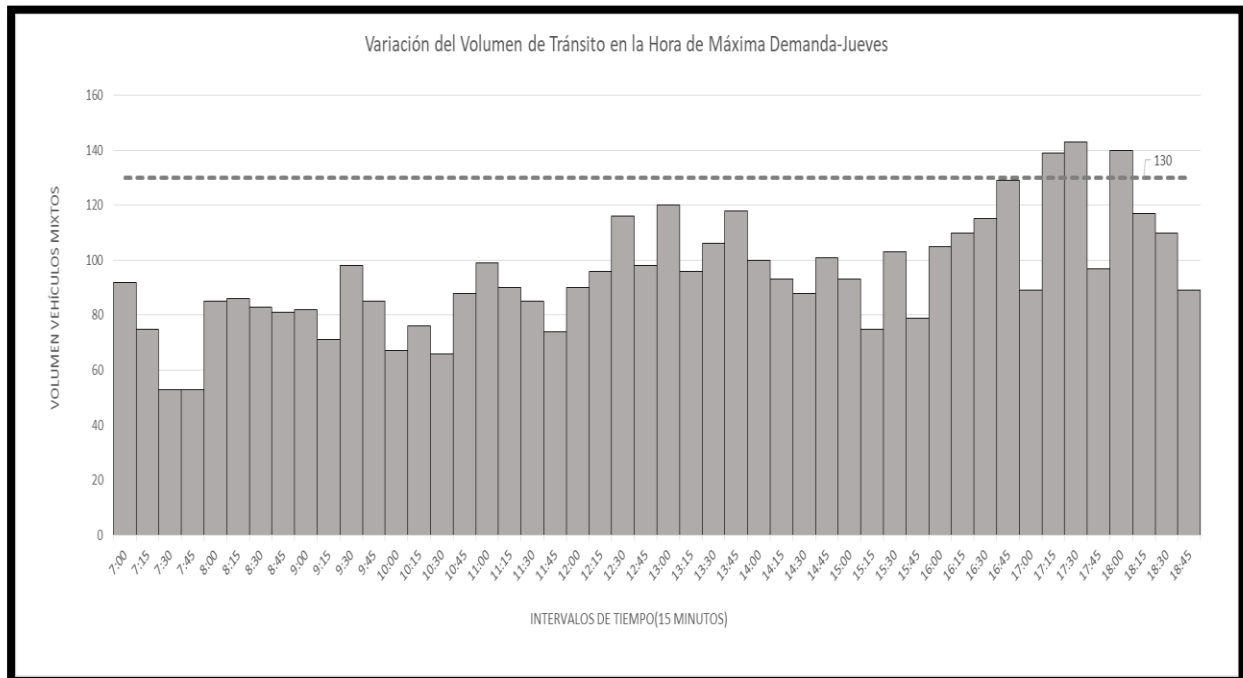
-Volumen horario de máxima demanda acceso Este

Tabla 10: Volumen de máxima demanda acceso Este.

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
VHMD	477	452	479	519	486
Q15MAX	122	131	138	143	148
FHMD15	0.98	0.86	0.87	0.91	0.82
VHMD como Q15=	119	113	120	130	122

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Este



Fuente: Elaboración propia

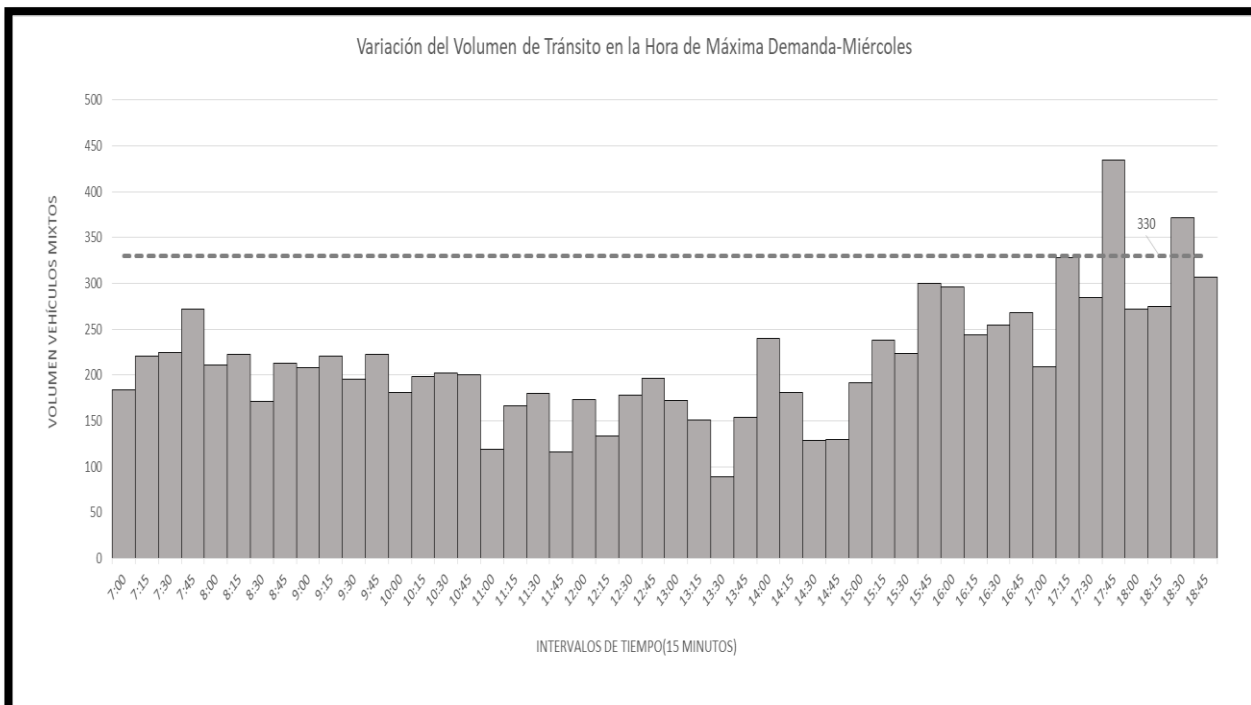
-Volumen horario de máxima demanda acceso Oeste

Tabla 11: Volumen de máxima demanda acceso Oeste

HORA	LUNES	MARTE S	MIÉRCOLE S	JUEVES	VIERNES S
VHMD	1,280	1,202	1,320	1,149	1,297
Q15MAX	381	359	435	342	339
FHMD15	0.84	0.84	0.76	0.84	0.96
VHMD como Q15=	320	301	330	287	324

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda - Oeste



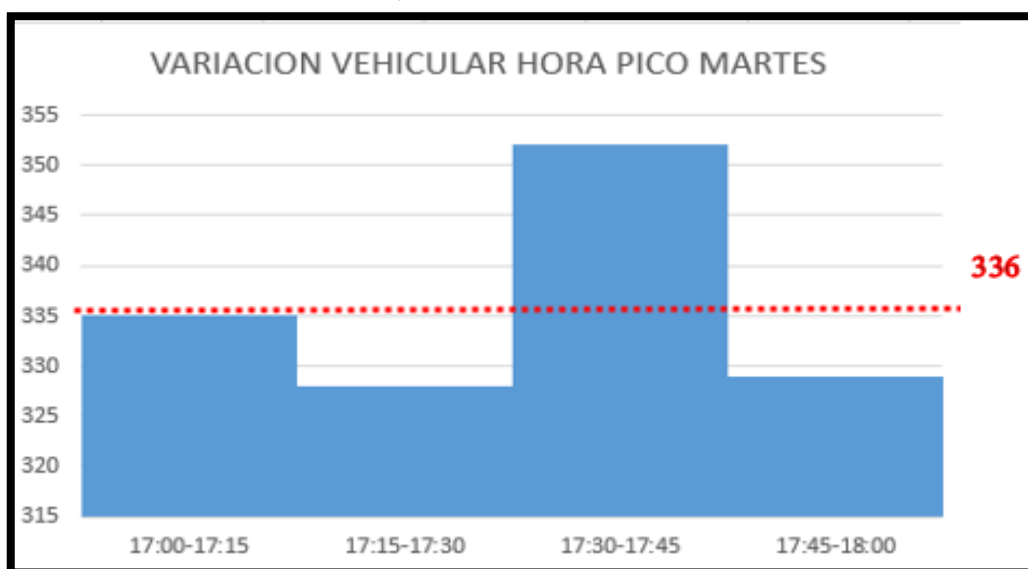
Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Flujo Vehicular de las intersecciones

- Flujo vehicular del acceso Norte.

Tras lograr la validación del día con mayor criticidad en la semana para el presente acceso, se procedió a identificar el cálculo del flujo vehicular respectivo a la hora crítica o pico según el día establecido.

Gráfico 17: Flujo vehicular en el acceso norte



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Análisis de flujos acceso Norte

DIA	TURNOS	HORA	q15	q15 max	Qi VHMD (vehículos mixtos/ 15min)	Q≤q15
MARTES	TARDE	17:00-17:15	335	352	336	Flujo normal
		17:15-17:30	328			Flujo normal

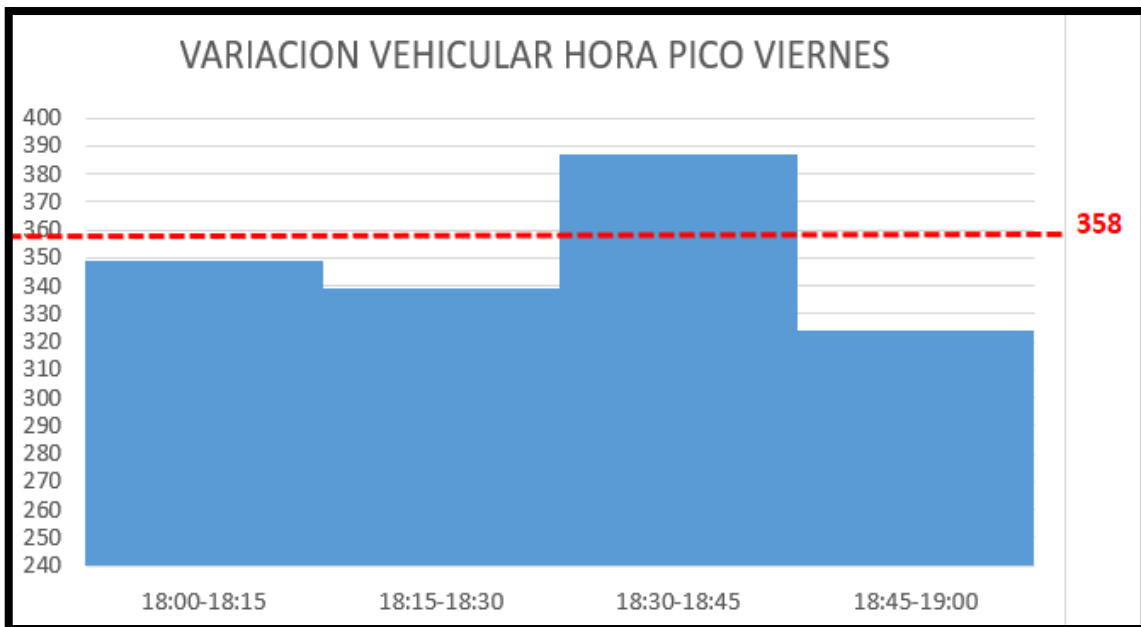
		17:30-17:45	352			Posible problema de congestión
		17:45-18:00	329			Flujo normal

Fuente: Elaboración propia

- Flujo vehicular del acceso Sur

Tras lograr la validación del día con mayor criticidad en la semana para el presente acceso, se procedió a identificar el cálculo del flujo vehicular respectivo a la hora crítica o pico según el día establecido.

Gráfico 18: Flujo vehicular en el acceso sur



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Análisis de flujos acceso Sur

DIA	TURNO	HORA	q15	q15 max	Qi VHMD (vehículos mixtos/ 15min)	Q≤q15

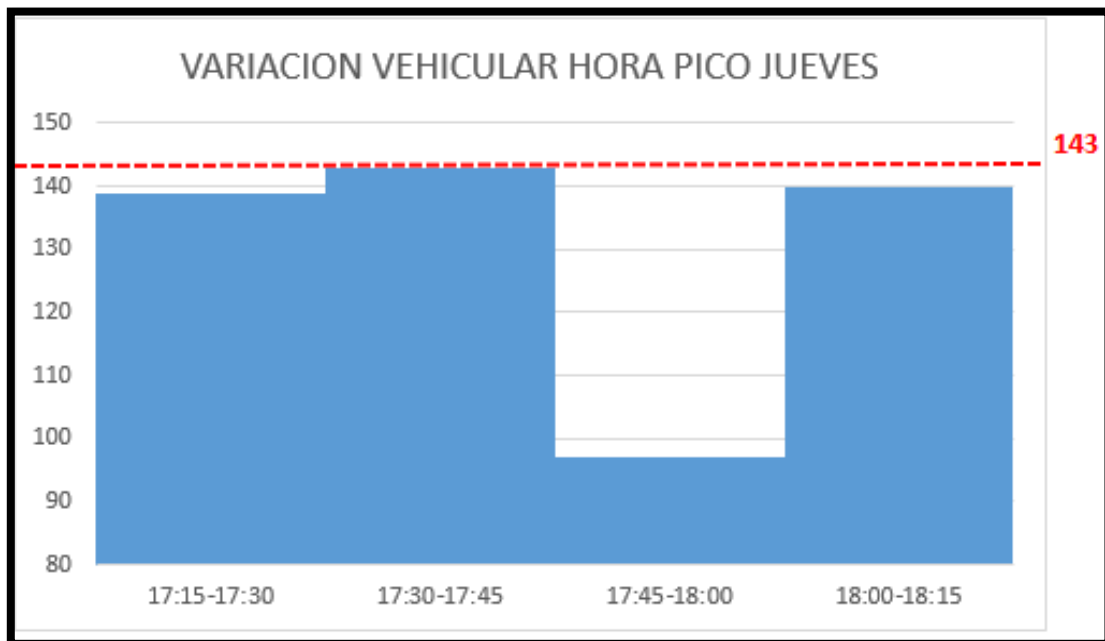
VIERNES	TARDE	18:00-18:15	349	387	358	Flujo normal
		18:15-18:30	339			Flujo normal
		18:30-18:45	387			Posible problema de congestión
		18:45-19:00	324			Flujo normal

Fuente: Elaboración propia

- **Flujo vehicular del acceso Oeste**

Tras lograr la validación del día con mayor criticidad en la semana para el presente acceso, se procedió a identificar el cálculo del flujo vehicular respectivo a la hora crítica o pico según el día establecido.

Gráfico 19: *Flujo vehicular en el acceso Oeste*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Análisis de flujos acceso Oeste

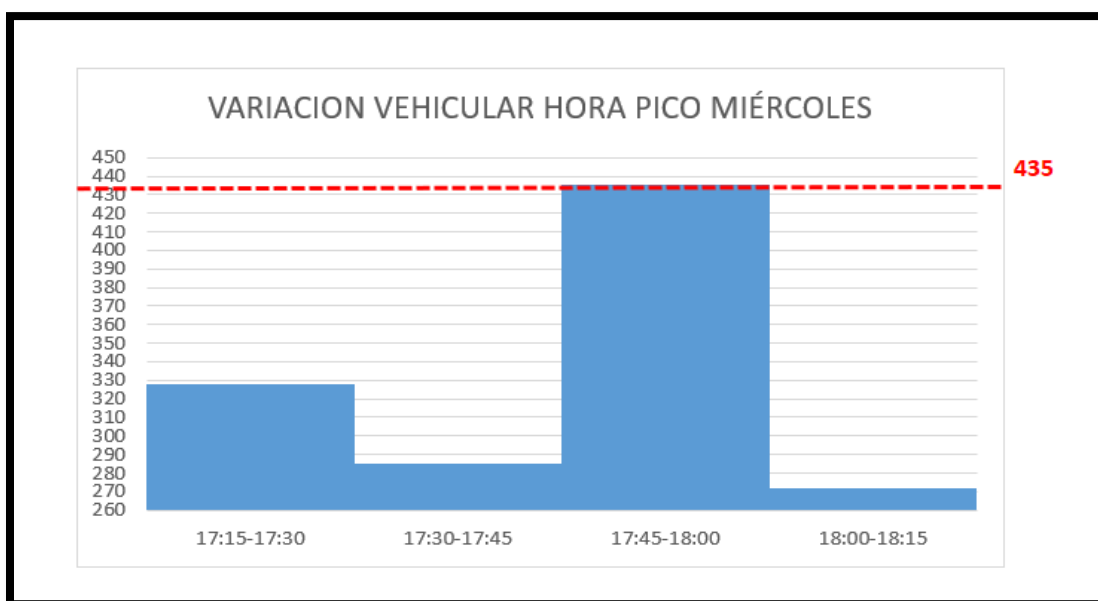
DIA	TURNO	HORA	q15	q15max	Qi VHMD (vehículos mixtos/ 15min)	Q≤q15
JUEVES	TARDE	17:15- 17:30	139	519	143	Flujo normal
		17:30- 17:45	143			Posible problema de congestionamiento
		17:45- 18:00	97			Flujo normal
		18:00- 18:15	140			Flujo normal

Fuente: Elaboración propia

- Flujo vehicular del acceso Este

Tras lograr la validación del día con mayor criticidad en la semana para el presente acceso, se procedió a identificar el cálculo del flujo vehicular respectivo a la hora critica o pico según el día establecido.

Gráfico 20: Flujo vehicular en el acceso Este



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Análisis de flujos acceso Este

DIA	TURNO	HORA	q15	q15 max	Qi VHMD (vehículos mixtos/ 15min)	Q≤q15
MIÉRCOLES	TARDE	17:15-17:30	328	1320	435	Flujo Normal
		17:30-17:45	285			Flujo normal
		17:45-18:00	435			Posible problema de congestión
		18:00-18:15	272			Flujo normal

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Velocidades en las intersecciones

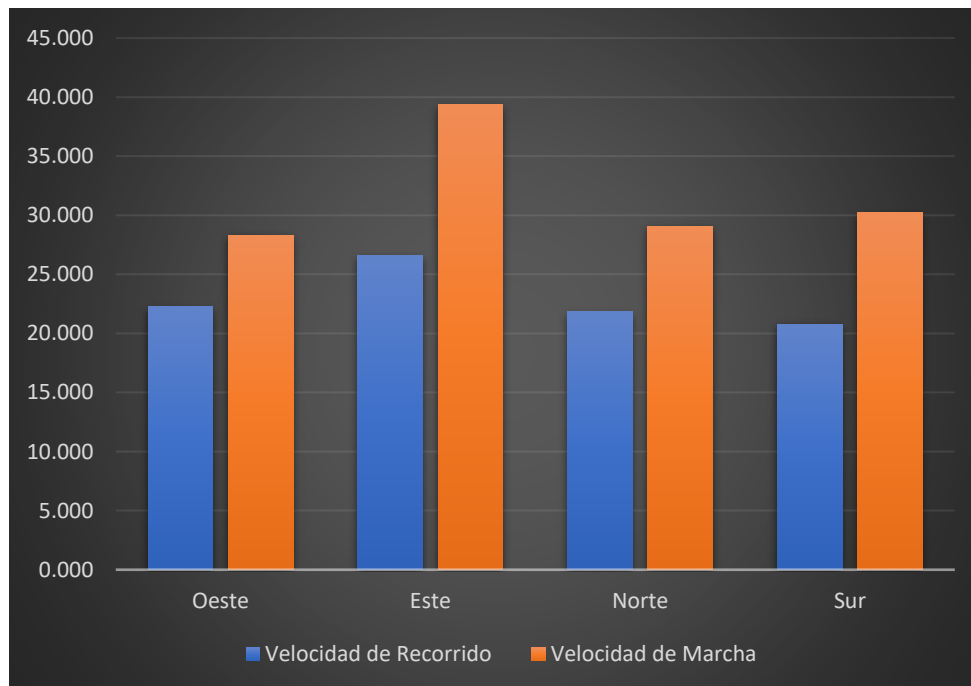
El poder designar tanto para recorrido y marcha las velocidades respectivas, se empleó un vehículo para el respectivo análisis, en dirección de los cuatro sentidos de los accesos, los resultados concernientes fluctúan entre los 20 a 30 km/h.

Tabla 16: Velocidades de recorrido

Recorrido	Distancia (Km)	Tiempo de recorrido (H)	Demoras (Hora)	Tiempo de marcha(H)	Velocidad de recorrido	Velocidad de marcha	Unidad	%Demoras
Oeste	3,400	0,153	0,033	0,120	22,255	28,333	km/h	21,45
Este	3,400	0,128	0,041	0,086	26,609	39,357	km/h	32,39
Norte	3,376	0,155	0,039	0,116	21,820	29,076	km/h	24,96
Sur	3,376	0,163	0,051	0,112	20,775	30,233	km/h	31,28

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21: Velocidad de recorrido vs Velocidad de marcha



Fuente: Elaboración propia

4.1.6. SemafORIZACIÓN en las intersecciones

4.1.5.1 Tiempo de SemafORIZACIÓN

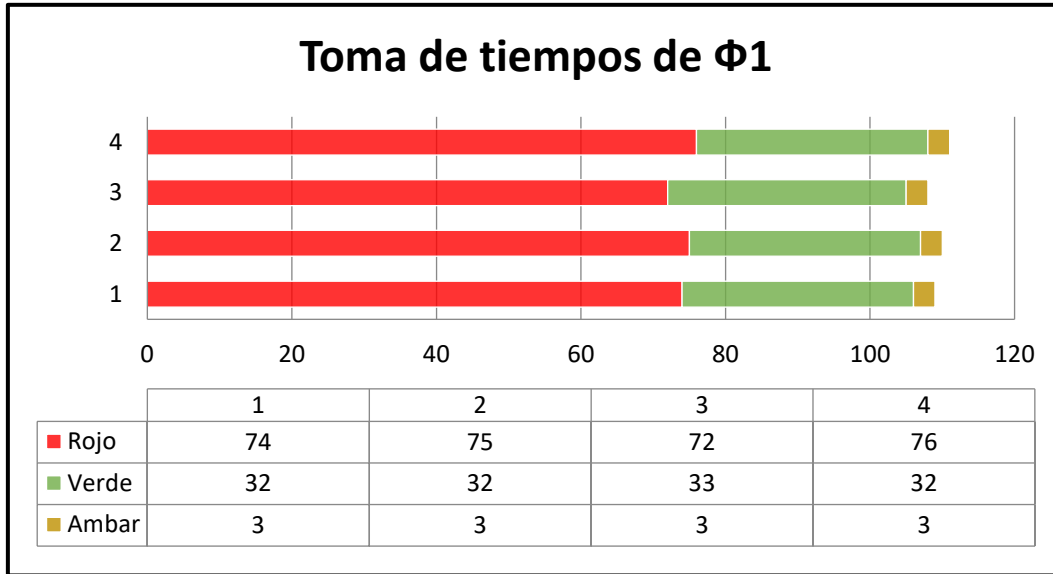
En la siguiente tabla detalla el lapso de demora en cambio de color de los distintos colores de fases en el dispositivo de control, además de la cantidad y características de las fases que conforman este dispositivo.

Tabla 17: Tiempo de semafORIZACIÓN en acceso Norte

Acceso Norte				
Av. Miraflores		Tiempo (segundos)		
Semáforo	Toma de datos	Rojo	Verde	Ámbar
Φ1	1	74	32	3
	2	75	32	3
	3	72	33	3
	4	76	32	3
	Promedio	74.25	32.25	3
	Σ		109.5	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22: Toma de tiempos en semáforo Norte



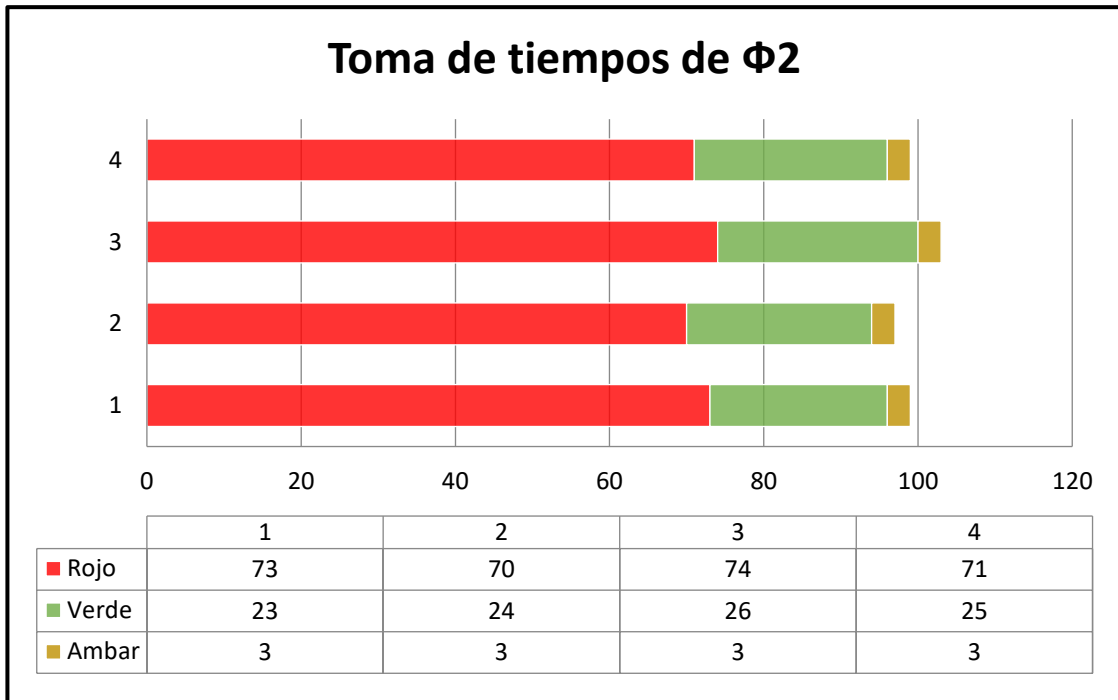
Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Tiempo de semaforización en acceso Oeste

Acceso Oeste				
Av. América norte		Tiempo (segundos)		
Semáforo	Toma de datos	Rojo	Verde	Ámbar
$\Phi 2$	1	73	23	3
	2	70	24	3
	3	74	26	3
	4	71	25	3
	Promedio	72	24.5	3
	Σ	99.5		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 23: Toma de tiempos en semáforo Oeste



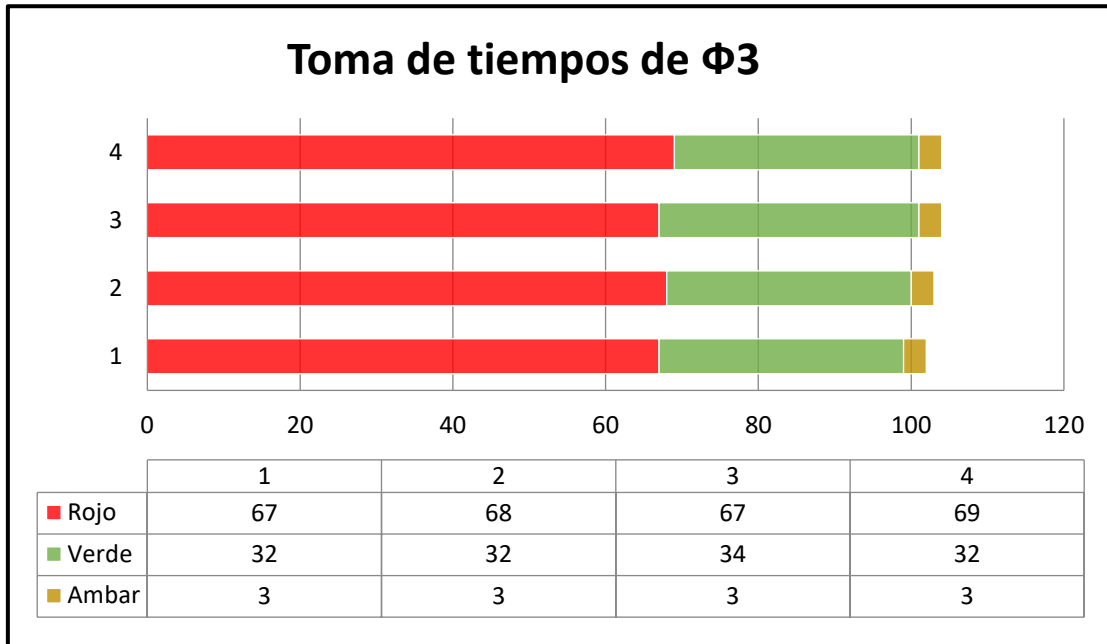
Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Tiempo de semaforización en acceso Sur

Acceso Sur				
Av. Miraflores		Tiempo (segundos)		
Semáforo	Toma de datos	Rojo	Verde	Ámbar
$\Phi 3$	1	67	32	3
	2	68	32	3
	3	67	34	3
	4	69	32	3
	Promedio	67.75	32.5	3
	Σ	103.25		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24: Toma de tiempos en semáforo Sur



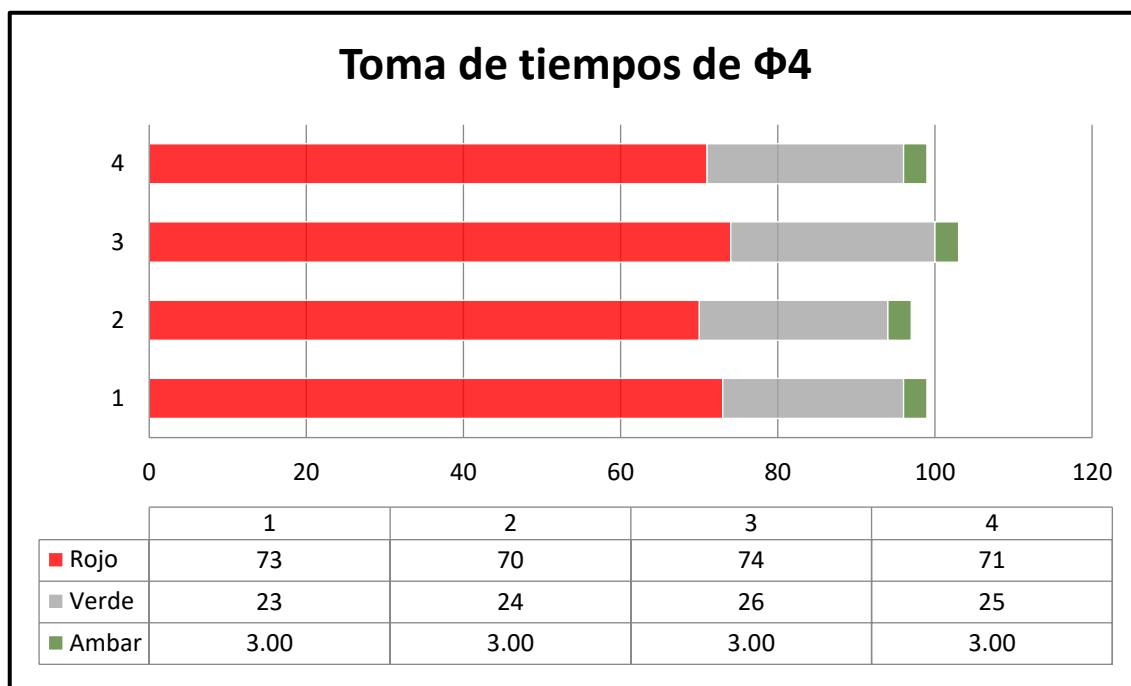
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Tiempo de semaforización en acceso Este

Acceso Este				
Av. América norte		Tiempo (segundos)		
Semáforo	Toma de datos	Rojo	Verde	Ámbar
$\Phi 4$	1	73	23	3.00
	2	70	24	3.00
	3	74	26	3.00
	4	71	25	3.00
	Promedio	72	24.5	3
	Σ	99.5		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 25: Toma de tiempos en semáforo Este



Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Optimización de tiempos Semafóricos

Tabla 21: Accesos y tiempos semafóricos

DATOS	ACCESOS			
	Acceso Norte	Acceso Sur	Acceso Oeste	Acceso Este
Tiempo de percepción - reacción t (s)	1.00	1.00	1.00	1.00
Velocidad aproximada vehículos - 40 km/h (m/s)	11.11	11.11	11.11	11.11
Tasa de desaceleración: a (m/s ²)	3.05	3.05	3.05	3.05
Ancho de la intersección W (m)	27.22	27.45	22.6	16.42
Longitud del vehículo L (m)	6.10	6.10	6.10	6.10
Intervalo de cambio amarillo A (s)	3	3	3	3
Intervalo de despeje todo rojo TR (s)	3	3	3	2

Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Volúmenes Mixtos de Máxima Demanda

Tabla 22: Codificación de movimientos por acceso

Tipo de transporte	CODIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS POR ACCESO															
	Acceso Norte				Acceso Sur				Acceso oeste				Acceso este			
	1	5	9(1)	10(1)	2	6	9(2)	10(2)	3	9(3)	7	10(3)	4	8	9(4)	10(4)
Transporte Privado	157	31	64	0	119	217	47	0	76	69	8	13	19	6	8	0
Transporte Público	455	252	180	0	298	661	65	0	397	680	1	35	230	52	82	0
Transporte Carga	17	32	6	0	5	21	0	0	0	0	2	0	10	1	2	0
Total	629	315	250	0	422	899	112	0	473	749	11	48	259	59	92	0
Volumen mixto por acceso	1194				1433				1281				410			
FHMD	0.91				0.93				0.96				0.82			
Porcentaje de transporte privado	21.11				26.73				12.96				8.05			
Porcentaje de transporte público	74.29				71.46				86.89				88.78			
Porcentaje de transporte de carga	4.61				1.81				0.16				3.17			

Fuente: Elaboración propia

4.1.9. Factor de Ajuste por Vehículos Pesados

<p>FACTOR DE AJUSTE POR VEHICULOS PESADOS</p> $f_{hv} = \frac{100}{100 + Pt(Et - 1) + Pb(Eb - 1)}$ <p>DONDE:</p> <p>f_{hv} = FACTOR DE AJUSTE POR VEHICULOS PESADOS</p> <p>Pt = PORCENTAJE DE CAMIONES EN LA CORRIENTE VEHICULAR</p> <p>Pb = PORCENTAJES DE AUTOBUSES EN LA CORRIENTE VEHICULAR</p> <p>Et = AUTOMOVILES EQUIVALENTES A UN CAMION</p> <p>Eb = AUTOMOVILES EQUIVALENTES A UN AUTOBUS</p> <p style="text-align: center;">Et=1.5</p> <p style="text-align: center;">Eb=1.5</p>

Tabla 23: Flujo de saturación por carril

DATOS	ACCESOS															
	Acceso Norte				Acceso Sur				Acceso Oeste				Acceso Este			
Fhv	0.72				0.73				0.70				0.69			
Flujo equivalente	qD	qvd	qVI	qvu	qD	qvd	qVI	qvu	qD	qvd	qVI	qvu	qD	qvd	qVI	qvu
Flujos equivalentes ADE/h	964	383	483	0	620	165	1321	0	707	1120	16	72	461	164	105	0
Flujo máximo equivalente	964				1321				1120				461			
Número de carriles	3				3				2				2			
Flujo de saturación por carril	4503				4444				3361				3706			

Fuente: Elaboración propia

4.1.10. Flujos Equivalentes

$$q_{VI} = \frac{VHMDVI}{FHMD} \left(\frac{1}{FHV} \right) \quad q_D = \frac{VHMDI}{FHMD} \left(\frac{1}{FHV} \right) \quad q_{VD} = \frac{VHMDVD}{FHMD} \left(\frac{1}{FHV} \right)$$

Tabla 24: Flujos equivalentes

Datos	ACCESOS															
	Norte				Sur				Oeste				Este			
Movimientos por acceso	1	5	9(1)	10(1)	2	6	9(2)	10(2)	3	9(3)	7	10(3)	4	8	9(4)	10(4)
Volumen por movimiento (vph)	629	315	250	0	422	899	112	0	473	749	11	48	259	59	92	0
FHMD	0.91	0.91	0.91	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.82	0.82	0.82	0.82
Flujo Vp (vph)	691	346	275	0	454	967	120	0	493	780	11	50	316	72	112	0
Movimientos por grupo	FD	IF	DF	-	FD	IF	DF	-	-	DF	IF	-	-	IF	DF	-
Flujo por grupo Vgi (vph)	736	692	620	-	423	1194	347	-	-	1027	258	-	-	230	270	-
# carriles por acceso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de utilización (Lii)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado Vi	736	692	620	-	423	1194	347	-	-	1027	258	-	-	230	270	-
Proporción de vueltas (PVI,PVD)	0.37	0.50	0.44	-	0.28	0.81	0.35	-	-	0.76	0.04	-	-	0.31	0.42	-
VUELTA	-	I	D	-	-	I	D	-	-	D	I	-	-	I	D	-

Fuente: Elaboración propia

4.1.11. Máximas relaciones de Flujos (Q) a Flujo de saturación

$$Y_1 = \frac{q_{1max}}{s} \quad Y_2 = \frac{q_{2max}}{s} \quad Y_3 = \frac{q_{3max}}{s} \quad Y_4 = \frac{q_{4max}}{s}$$

Tabla 25: Relaciones de Flujos

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Y	0.21	0.30	0.33	0.12

Fuente: Elaboración propia

4.1.12. Tiempo total periodo para 3 fases

Tabla 26: Tiempo total para una propuesta de tres fases

# de cantidad para fases	3
Entreacto para el cambio amarillo A (s)	3
Entreacto para el de despeje todo rojo TR (s)	3

Fuente: Elaboración propia

$$L = \sum_{i=1}^f (A_i + TR_i)$$

Totalidad de tiempo perdido para las tres fases L (s)	18
--	-----------

4.1.13. Longitud de Ciclo Óptimo

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^f Y_i}$$

Tabla 27: Longitud de ciclo óptimo

Σ de Y _i	0.84
Lapso más largo para el ciclo óptimo (s)	205.85
Ciclo redondeado (s)	80

Fuente: Elaboración propia

4.1.14. Tiempo Efectivo Total

$$gT = C - L$$

Verde efectivo total (s)	62
--------------------------	----

4.1.15. Reparto de Tiempo Verde Efectivo

$$g_i = \frac{Y_i}{Y_i + Y_{i+1} + Y_{i+2}}$$

Tabla 28: Reparto de tiempo verde efectivo

g_1 (s)	16
g_2 (s)	22
g_3 (s)	24

Fuente: Elaboración propia

4.1.16. Reparto de Tiempo Verde Real

$$G_i = g_i + I_i - A_i - TR_i$$

Tabla 29: Reparto de tiempo verde real

G_1 (s)	16
G_2 (s)	22
G_3 (s)	24

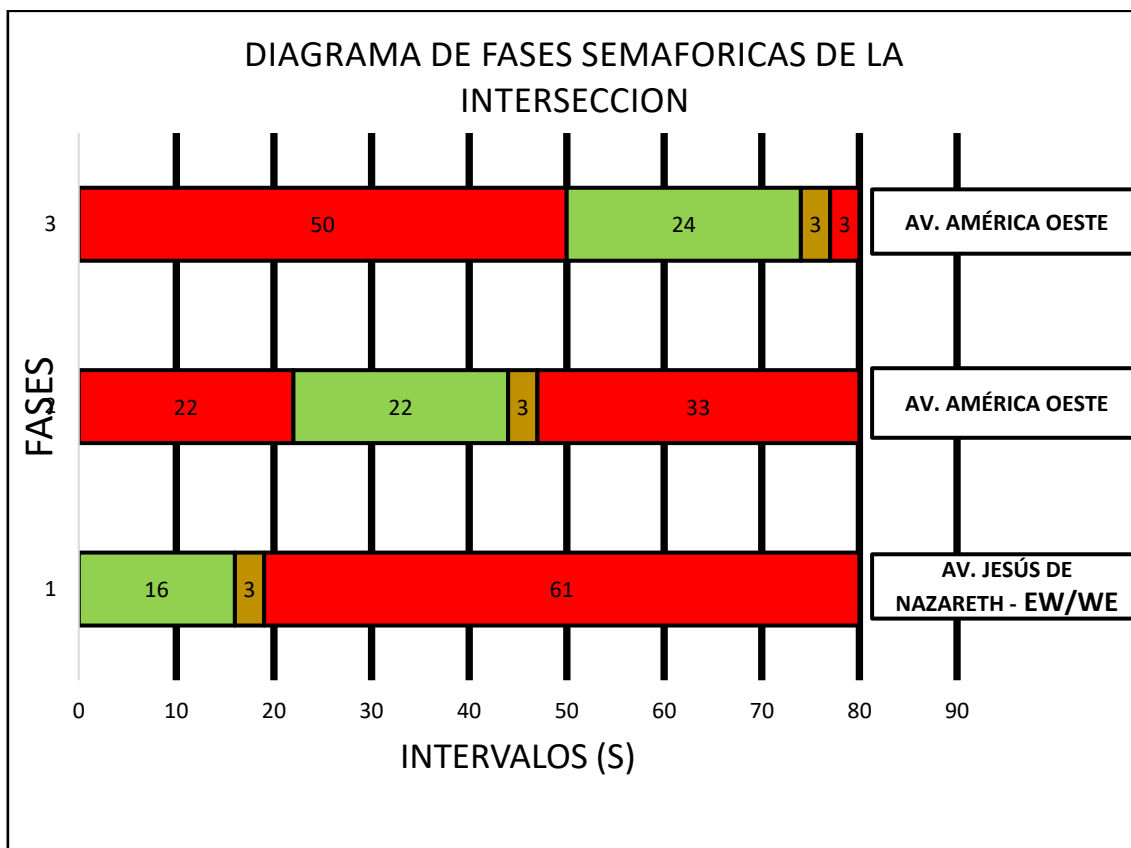
Fuente: Elaboración propia

4.1.17. Tiempo de Diagrama de Fases

Tabla 30: Tiempo de diagrama de fases

					Ciclo Total
E-WW-E	PRIMERA FASE	16	3	61	80
N-S	SEGUNDA FASE	22	22	3	33
S-N	TERCERA FASE	50	24	3	3

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

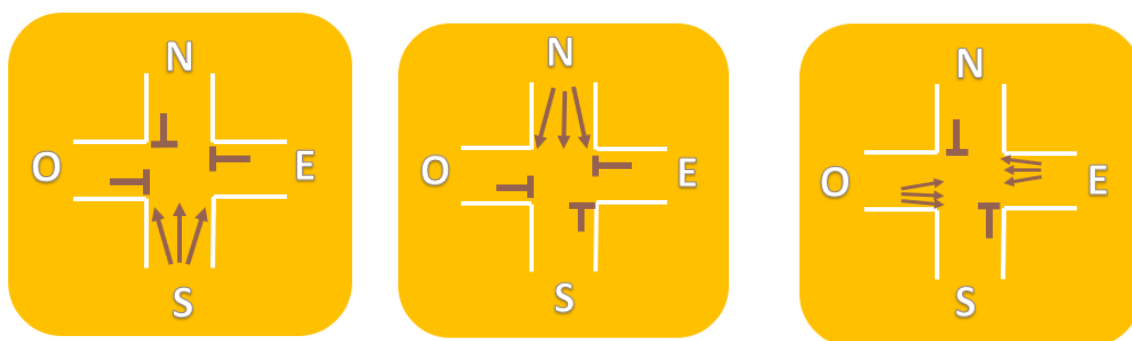


Gráfico 26: Fases actuales de semáforo

4.1.18. CAPACIDAD VIAL

Tabla 31: Capacidad Vial

Datos	ACCESOS										Grupo de saturación en la intersección
	Norte			Sur			Oeste		Este		
Movimientos por grupo	RT	TH	LT	RT	TH	LT	RT	LT	RT	LT	1.24
Flujo ajustado V_i	736	692	620	423	1194	347	1027	258	230	270	
Flujo de saturación ajustado (S_i)	1633.48	1438.91	1430.84	1549.99	1467.43	1426.14	1583.08	1778.36	1721.15	1985.08	
Relación de flujo (v/s_i)	0.45	0.48	0.43	0.27	0.81	0.24	0.65	0.14	0.13	0.14	
Relación de verde	0.30	0.30	0.30	0.275	0.275	0.275	0.20	0.20	0.20	0.20	
Capacidad del grupo de carriles	490.04	431.67	429.25	426.25	403.54	392.19	316.62	355.67	344.23	397.02	
Relación (v/c_i) - X_i	1.50	1.60	1.45	0.99	2.96	0.89	3.24	0.72	0.67	0.68	
Grupo de carril crítico	-	-	-	-	CRÍTICO	-	CRÍTICO	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia

4.1.19. NIVEL DE SERVICIO

El LOS para la totalidad de la confluencia vial es de nivel F tal como indica la normativa del tema, la cual nos explica que la intersección se encuentra en un estado crítico, en el cual el tránsito de vehículos en la misma es lento y con restricciones en las velocidades y maniobras de los vehículos, generando un nivel de confort bajo y de demora alto.

Tabla 32: Nivel de Servicio

Datos	ACCESOS									
	Norte			Sur			Oeste		Este	
Movimientos por grupo	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	RT	LT	RT
Relación (v/c_i) - X_i	1.50	1.60	1.45	0.99	2.96	0.89	3.24	0.72	0.67	0.68
Relación de verde	0.30	0.30	0.30	0.28	0.28	0.28	0.20	0.20	0.20	0.20
Longitud de ciclo (m)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Demora uniforme d_{1i} (S/VEH)	35.65	37.75	34.60	28.91	112.65	27.79	72.82	29.94	29.55	29.63
Capacidad de grupo por carril C_i (Vph)	490.04	431.67	429.25	426.25	403.54	392.19	316.62	355.67	344.23	397.02
Demora incrementada $L d_{2i}$ (S/VEH)	117.25	140.17	105.69	19.26	443.35	10.75	508.02	5.27	4.27	3.93
Demora por cola inicial d_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demora media por control de grupo	152.91	177.91	140.29	48.17	556.00	38.54	580.84	35.21	33.81	33.56
Factor de progresión FP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Demora del grupo de carriles día (S/veh)	152.91	177.91	140.29	24.09	278.00	19.27	290.42	17.61	5.64	5.59
Nivel de servicio del grupo de carriles	F	F	F	C	F	C	F	C	B	B
Demora en el acceso D_a (S/veh)	157.53			177.56			235.66		5.61	
NIVEL DE SERVICIO EN EL ACCESO	F			F			F		B	
NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCIÓN	168.53		F							

Fuente: Elaboración propia

4.1.20. PROPUESTAS DE MEJORA

Con el fin de la medra de la fluidez del tránsito vehicular presentamos diferentes métodos y definiremos si se adaptan a la geometría de la sección analizada y la viabilidad de cada propuesta de mejora.

a) SEÑALIZACIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos presenta en el manual de diseño geométrico de carreteras 2018, en la sección 502.04 nos dice que toda intersección debe estar provista de señales informativas, preventivas, restrictivas y demás dispositivos.

Nuestra zona de estudio presenta señalización que se encuentran en estado deficiente, mal estado de los pasos de cebra, presencia de deformaciones permanentes en la carpeta asfáltica y falta de señalización (Prohibido girar en U).

Nuestra propuesta de mejor consta de dar solución a las deformaciones de la carpeta asfáltica, mejorar la visualización de las señalizaciones existentes, acondicionar el paso de cebra para una correcta identificación de la misma, e instalar señales como: "prohibido girar en U".

b) INTERSECCIONES A DESNIVEL

Es la adaptación de un cruce de dos o más ejes de transportes a diferentes pendientes (alturas) para no interferir el flujo vehicular entre otras rutas del tránsito se cruzan entre sí.

Se fundamenta en aumentar la capacidad o el nivel de servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad vial insuficientes, o para mantener las características funcionales de un itinerario sin intersecciones a nivel. Éstas deben contener las mejores condiciones posibles de seguridad, visibilidad, funcionalidad y capacidad

Debemos tener en cuenta estos criterios para poder aplicar una intersección a desnivel.

Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel

Tipo de Vía	Ancho del Carril (metros)	Capacidad por carril (vehículo/hora)
Vía Principal	3,60	1.500
Vía Secundaria	3,30	1.350
Vía de Enlace		1.200
Carril de Deceleración		1.200, Colocar señal informativa antes de llegar a la intersección (200 m).

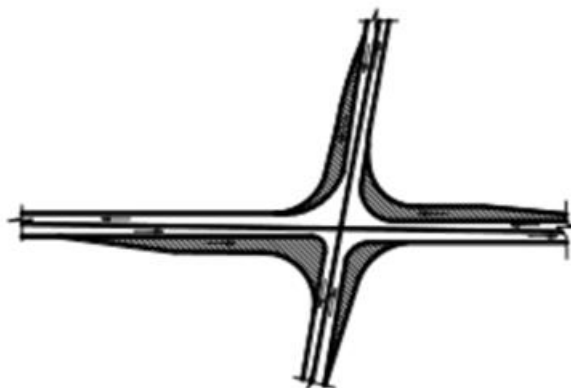
Fuente: MTC DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS DG-2018

Por tal motivo podemos concluir que la Av. América Oeste supera el ancho del carril requerido con 3.90 m y la Av. J. de Nazaret con un ancho de 3.80 m; ambas superan lo permitido, de tal manera que no podemos realizar esta propuesta.

c) ENSANCHES DE LA SECCIÓN DE LOS ACCESOS AL CRUCE

La opción propuesta genera para el cálculo una mayor capacidad vial, reduciendo de esta manera el ratio de capacidad vial y nivel de servicio ya que la geometría de la vía es un variable importante para la categorización de LOS.

Adicionalmente que brinda seguridad para los movimientos de los vehículos al tener una mayor área de acción, permite ser una mejora bastante ágil de implementar y no tan costosa, el tema está en que la vía sea apta para ensanches y tener terreno libre.



Para esta propuesta deberíamos tener terreno disponible a los bordes de la calzada actual para poder realizar el ensanchamiento de la vía, en nuestro caso no podemos llevar a cabo esta propuesta ya que no tenemos espacio suficiente para la ampliación de las vías.

d) INTERSECCIÓN ROTATORIA

Las conocidas intersecciones circulares, óvalos o rotondas son una solución factible, ya que permiten regularizar los volúmenes o cantidades de manera segura y constante evitando señaléticas innecesarias, de tener similitud entre los accesos y una predominancia de los giros de movimientos. Es decir si tenemos un solo acceso congestionado, tendrá un beneficio amplio ya que regularizara los volúmenes para todos los accesos.

Concerniente a nuestra zona de estudio los movimientos predominantes son los de paso y no los de giro, dato para tener en cuenta para esta propuesta, y debe tener los siguientes criterios.

Tabla 502.14
Criterios de diseño geométrico de rotondas

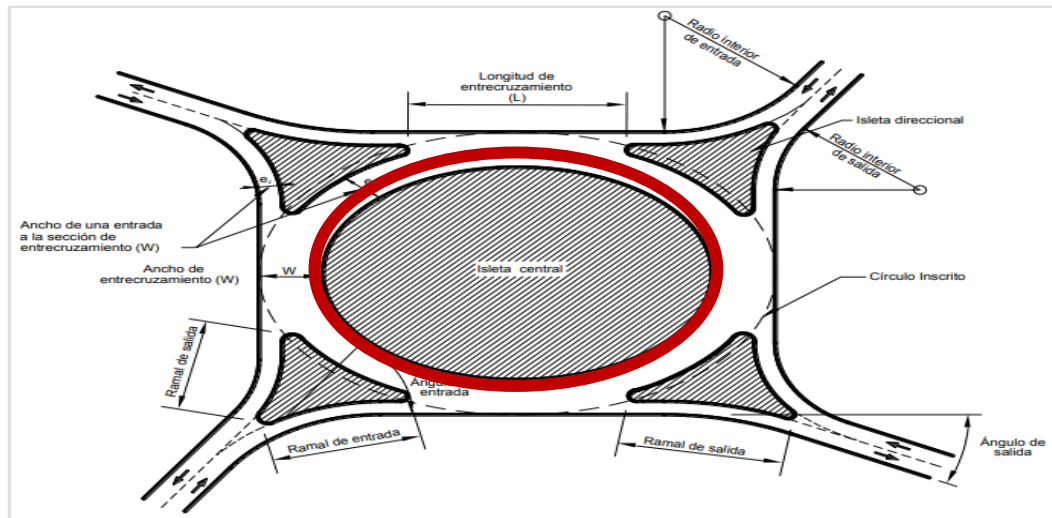
Descripción		Unidad	Magnitud
Diámetro mínimo de la isla central		m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito		m	50
Relación W/L (Sección entrecruzamiento)			Entre 0.25 y 0.40
Ancho sección entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio interior mínimo de los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Ángulo ideal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

Fuente: MTC DISEÑO GEOMÉTRICO

Según la tabla anterior, podemos darnos cuenta de que la geometría de la zona estudiada (intersección Av. América con Av. J de Nazaret) no cumple con las dimensiones mínimas ya que el área mínima para una rotonda es de 1962,5 m² y el área de nuestra vía es de 998.26 m².

REQUERIMIENTO MÍNIMO	m	ÁREA (m ²)	CUMPLE
DIÁMETRO MÍNIMO PARA CÍCULO CIRCUNSCRITO	50	1962.5	NO CUMPLE
ÁREA INTERSECCIÓN AV. AMÉRICA Y AV. MIRAFLORES	-	998.26	

Figura 502.30
Elementos contenidos en la fórmula de Wardrop



Fuente: MTC DISEÑO GEOMÉTRICO

a) REGULACIÓN DE RUTAS Y EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

La facilidad con la cual uno puede encontrar rutas para movilizarse en nuestra ciudad es amplia y favorable, pero la estructura que la conforma no lo es, ya que son todas distintas empresas y por ende distintas rutas con ordenamientos caóticos. Se plantea una unificación de las empresas de la ruta, esto es necesario para reducir el número de vehículos de transporte público que pasan y que impactan en la atmósfera local. Adicionalmente, considerando la recomendación del TMT 2018 de combinar rutas, ayudaría a reducir la cantidad de rutas de transporte público en Trujillo. La combinación de rutas organizaría mejor el sistema de transporte de la ciudad y daría como resultado menos vehículos de transporte público que pasen.

b) CARRILES Y VÍAS DEDICADAS AL TRANSPORTE PÚBLICO

Esta propuesta plantea jerarquizar los sistemas de tránsito, un sistema de medición trascendental utiliza el espacio reservado en la vía para uso exclusivo de los vehículos de transporte público. Por estos carriles no circulan vehículos que no sean de transporte público, los cuales funcionan en conjunto con semáforos que otorgan facilidades totales a su circulación. El transporte en autobús se beneficiaría de un carril designado aparte del flujo de tráfico regular. Hacerlo influiría positivamente en la congestión del tráfico que se vive

actualmente. Esto se debe a que la implementación de este arreglo alternativo intenta mejorar los problemas actuales de transporte causados por diferentes tipos de vehículos en las carreteras. Además, también tiene como objetivo disminuir la congestión del tráfico vehicular mediante la adecuada organización de las vías.

c) IMPLEMENTACIÓN DE TRANSPORTE MASIVO

Las calles y avenidas de Trujillo son transitadas por diferentes tipos de vehículos. Los vehículos se mueven por la ciudad brindando servicios al público. Esto ayuda a crear un sistema más organizado con menos congestión y mayores beneficios para la gente. Al planificar un sistema de transporte masivo, es necesario tener en cuenta las necesidades de la población y los objetivos previstos del sistema. Idealmente, un sistema de transporte masivo sirva para brindar movilización rápida, barata y aumentar el confort de todos los habitantes. Por eso es necesario utilizar el sistema de transporte eficiente, rápido y masivo en la ciudad de Trujillo; concepto similar al de los subterranes en ciudades de nuestro continente pero aplicado a una infraestructura sobre tierra, esto sería beneficioso para distintos ejes de la ciudad, economía, turismo, salud y demás. Brindándonos las siguientes ventajas.

Reducción de demoras y tiempos de viaje

Contribución directa al ordenamiento del tránsito

Contribución al medio ambiente al utilizar un mayor volumen de peatones en menos vehículos

Menor contaminación visual de tantos vehículos desordenados.

d) PASOS PEATONALES ELEVADOS

Los puentes peatonales en cada intersección señalizada de dos vías en el bulevar conllevan a la reducción de posibilidad de siniestros, ya que actúan generando una disminución de la aceleración de los conductores a medida que se acercan a la zona de cruce, además de garantizar que los vehículos no obstaculicen el flujo de peatones y bloqueen las intersecciones, causando congestión vehicular. Un paso elevado como el antes mencionado debe poseer:

Altura de 10 cm (más, menos 1 cm).

La longitud del tramo elevado horizontal debe ser de 4 metros (más, menos 20 cm). Solo en casos excepcionales se admite un mínimo de 2,5 metros.

La longitud de la rampa de entrada y de la rampa de salida debe ser de 1 m para 30 km/h, 1,5 m para 40 km/h y 2,5 m para 50 km/h.

El escalón en el borde de entrada debe ser inferior a medio centímetro

e) PASOS A DESNIVEL PARA PEATONES

Tienen la tendencia a ser elevados y ser llamados a su vez “puentes peatonales” o subterráneos, para elaborar el diseño geométrico de los mismos es menester gobernar el diseño mediante los criterios siguientes:

Tabla 403.01
Criterios generales para el diseño geométrico de pasos a desnivel para peatones

Descripción	Pasos Inferiores	Pasos Superiores
Capacidad	3000 peatones/hora/metro de ancho	3000 peatones/hora/metro de ancho
Ancho	Mínimo 2.50 m	Mínimo 2.50 m
Altura	Mínimo 2.50 m	
Gálibo	-----	Mínimo 5.50 m
Altura de las barandas	-----	Mínimo 1.20 m

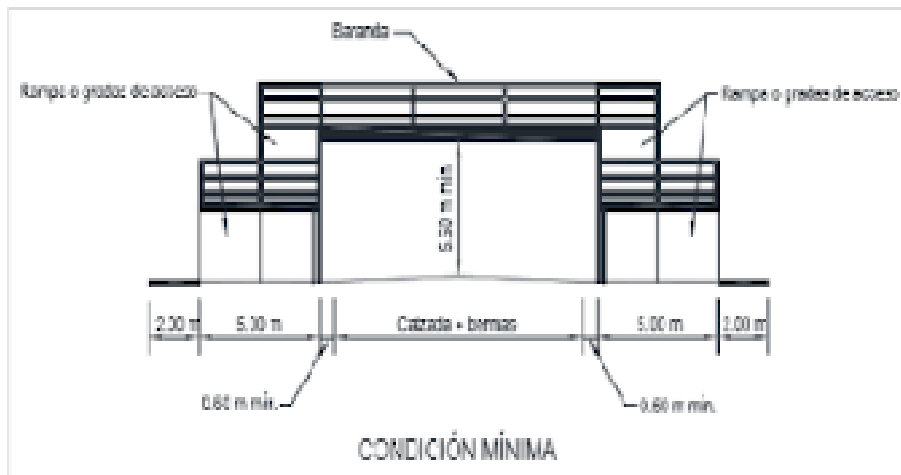
Fuente: MTC DISEÑO GEOMÉTRICO

Tabla 403.02
Características generales de los accesos a pasos peatonales a desnivel

Descripción	Escalera	Rampa
Pendiente	40 a 60%	5 a 15%
Ancho Mínimo	2,00 m	2,50 m
Capacidad	25 a 40 peatones/metro/minuto	$C = d v (1 - i / 100)$ C = Capacidad (peatones / metro / segundo) d = densidad (peatones / m ²) v = velocidad (metros / segundo) i = pendiente

Fuente: MTC DISEÑO GEOMÉTRICO

Figura 403.01
Acceso a pasos a desnivel peatonal



Fuente: MTC DISEÑO GEOMÉTRICO

Como fin de propuesta, para estos pasos a desnivel peatonales es menester no olvidar el acápite sobre manual de puentes.

4.1.21. MODELAMIENTO DE LA PROPUESTA FINAL EN SYNCHRO

Posterior a la recolección de datos en campo en la intersección de las avenidas América Oeste y Jesús de Nazareth y analizar los datos obtenidos obteniendo las variables de nivel de servicio, flujos y volúmenes, realizamos la siguiente propuesta, basados en la finalidad de poder brindar una posible solución que mejor se adapte a la geometría de la zona de estudio, realizamos el modelamiento en el programa Synchro con los volúmenes obtenidos y a su vez realizamos distintos escenarios de solución para validar que escenario es el más favorable y viable para las condiciones de esta intersección.

Actualmente en los accesos observamos un nivel de servicio de categoría “F”, lo que viene a ser un flujo forzado.

El primer paso fue crear 4 puntos en la misma dirección de los 4 accesos que se dan en la intersección con la finalidad de poder insertar las cantidades por hora de demanda crítica, para el análisis empleamos los volúmenes del día más desfavorable, este día resultó ser el viernes.



Gráfico 26: Modelamiento en Synchro del estado actual de la vía

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕↕			↕↕↕		
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270
Street Name	Av. Jesús de Nazareth			Av. Jesús de Nazareth			Av. América Oeste			Av. América Oeste		
Link Distance (m)	44.8			313.1			163.1			145.6		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	3.2			22.5			11.7			10.5		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—			—			—			—		
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Curb Radius (m)	—			—			—			—		
Add Lanes (#)	—			—			—			—		
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Right Turn Factor	0.907			0.981			0.987			0.966		
Left Turn Factor (prot)	0.998			0.990			0.970			0.987		
Saturated Flow Rate (prot)	2691			2887			4090			4073		
Left Turn Factor (perm)	0.927			0.531			0.717			0.670		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	2500			1549			3023			2765		
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTOR)	257			26			37			174		
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

Gráfico 27: Configuración del volumen, sentido y ancho de vía en el modelamiento en Synchro

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕↕			↕↕↕		
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	0			0			0			0		
Peak Hour 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
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
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	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	—			—			—			—		
Adjusted Flow (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270
Traffic in shared lane (%)	—			—			—			—		
Lane Group Flow (vph)	0	1293	0	0	486	0	0	1399	0	0	1187	0

Gráfico 28: Matriz del modelamiento en Synchro del estado actual de la vía.





PHASING SETTINGS				
	2-NBTL	4-EBTL	6-SBTL	8-WBTL
Minimum Initial (s)	31.4	23.6	24.0	23.6
Minimum Split (s)	35.0	27.0	39.0	27.0
Maximum Split (s)	35.4	27.5	39.6	27.5
Yellow Time (s)	2.6	2.9	2.5	2.9
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5	0.5
Lagging Phase?	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	37 cd	24 mr	37 cd	24 mr
70th %ile Green Time (s)	37 cd	24 mr	37 cd	24 mr
50th %ile Green Time (s)	37 cd	24 mr	37 cd	24 mr
30th %ile Green Time (s)	37 cd	24 mr	37 cd	24 mr
10th %ile Green Time (s)	37 cd	24 mr	37 cd	24 mr

Gráfico 29: Ciclos semafóricos del modelamiento en Synchro del estado actual de la vía

Al crear los 4 puntos precedentes a la intersección, se obtienen los tiempos semafóricos, la configuración del volumen, factor de crecimiento y factor de hora pico, con esos resultados procedemos a calcular los niveles de servicio desde el software Synchro, obteniendo los siguientes resultados.

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕↕			↕↕↕			—	—
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270	—	—
Turn Type	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	—	—
Protected Phases	4			8			2			6			—	—
Permitted Phases	4	—	—	8	—	—	2	—	—	6	—	—	—	—
Detector Phases	4	4	—	8	8	—	2	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	23.6	23.6	—	23.6	23.6	—	31.4	31.4	—	24.0	24.0	—	—	—
Minimum Split (s)	27.0	27.0	—	27.0	27.0	—	35.0	35.0	—	39.0	39.0	—	—	—
Total Split (s)	27.5	27.5	—	27.5	27.5	—	35.4	35.4	—	39.6	39.6	—	—	—
Yellow Time (s)	2.9	2.9	—	2.9	2.9	—	2.6	2.6	—	2.5	2.5	—	—	—
All-Red Time (s)	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	24.1	—	—	24.1	—	—	36.5	—	—	36.6	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.36	—	—	0.36	—	—	0.54	—	—	0.55	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	1.22	—	—	0.87d	—	—	4.95d	—	—	1.60d	—	—	—
Control Delay (s)	—	126.3	—	—	35.4	—	—	18.8	—	—	13.5	—	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Total Delay (s)	—	126.3	—	—	35.4	—	—	18.8	—	—	13.5	—	—	—
Level of Service	—	F	—	—	D	—	—	B	—	—	B	—	—	—
Approach Delay (s)	—	126.3	—	—	35.4	—	—	18.8	—	—	13.5	—	—	—
Approach LOS	—	F	—	—	D	—	—	B	—	—	B	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	~100.6	—	—	28.7	—	—	50.5	—	—	33.8	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	#140.2	—	—	#56.8	—	—	#72.8	—	—	51.1	—	—	—
Stops (vph)	—	881	—	—	389	—	—	1062	—	—	757	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	185	—	—	36	—	—	66	—	—	46	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—

Gráfico 30: Niveles de servicio por acceso para el modelamiento en Synchro del estado actual de la vía.

Bajo este modelamiento de la situación actual obtenemos los presentes LOS según cada rama o acceso de la confluencia.

Acceso Oeste: Nivel F

Acceso Este: Nivel D

Acceso Sur: Nivel B

Acceso Norte: Nivel B

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	325.3
Y North (m):	-152.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	Av. Jesús de Nazare
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	67.1
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle 90th (s):	67.1
Actuated Cycle 70th (s):	67.1
Actuated Cycle 50th (s):	67.1
Actuated Cycle 30th (s):	67.1
Actuated Cycle 10th (s):	67.1
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.22
Intersection Delay (s):	51.0
Intersection LOS:	D
CU:	1.57
CU LOS:	H
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - NBTL SBTL
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Gráfico 31: Nivel de servicio y demoras a nivel de toda la intersección.

Bajo la situación actual de la vía se obtiene como nivel de servicio general el nivel “D”, y una cantidad de **51 segundos de demora** en la intersección.

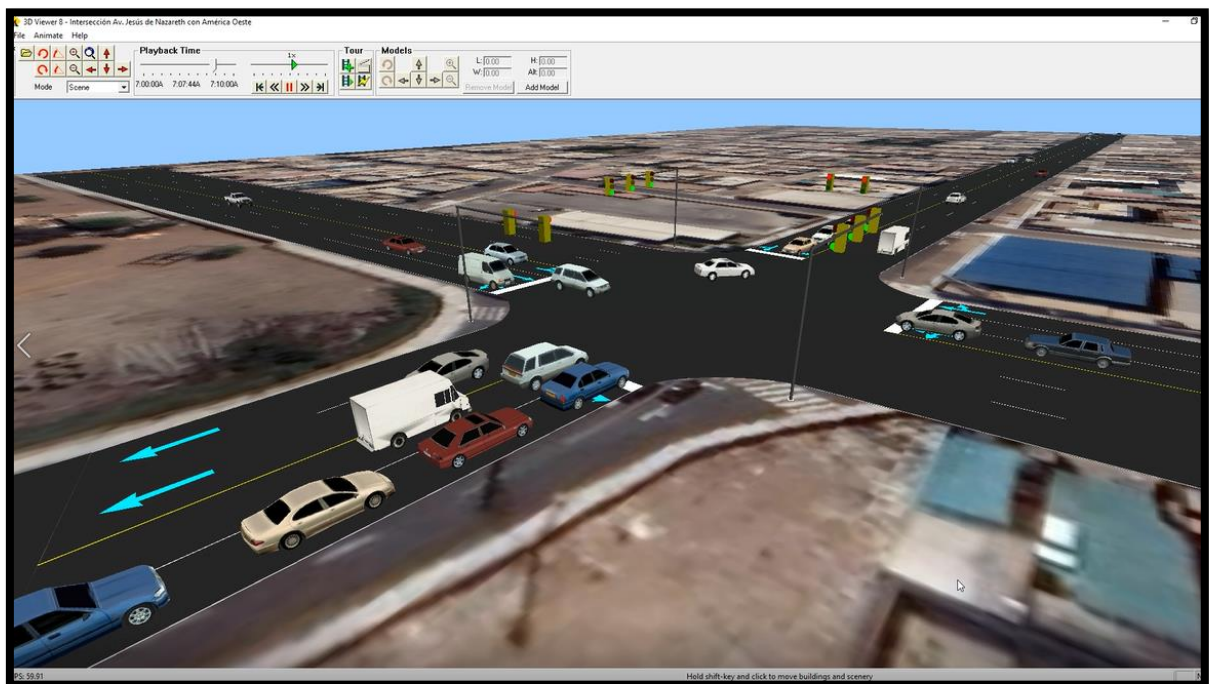


Gráfico 32: Modelamiento en 3D de la situación actual de la intersección.

Bajo esta situación fundamentada de un nivel de servicio forzado propusimos cinco escenarios de solución.

ESCENARIO 1: CON GIROS LIBRES A LA DERECHA.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕↕			↕↕↕		
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270
Street Name	Av. Jesús de Nazareth						Av. América Oeste			Av. América Oeste		
Link Distance (m)	—	44.8	—	—	313.1	—	—	163.1	—	—	145.6	—
Links Speed (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	— EB			— WB			— NB			— SB		
Travel Time (s)	—	3.2	—	—	22.5	—	—	11.7	—	—	10.5	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	Free	—	—	Free	—	—	Free	—	—	Free
Curb Radius (m)	—	—	15.0	—	—	15.0	—	—	15.0	—	—	15.0
Add Lanes (#)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Right Turn Factor	—	0.907	—	—	0.981	—	—	0.987	—	—	0.966	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.998	—	—	0.990	—	—	0.970	—	—	0.987	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	2691	—	—	2887	—	—	4090	—	—	4073	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.927	—	—	0.531	—	—	0.717	—	—	0.670	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	2500	—	—	1549	—	—	3023	—	—	2765	—
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	257	—	—	26	—	—	37	—	—	174	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—

Gráfico 33: Configuración de escenario de solución 1 – Con giros libres a la derecha.

NODE SETTINGS	
Node #	
Zone:	
X East (m):	325.3
Y North (m):	-152.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	Av. Jesús de Naza
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	67.1
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	67.1
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.22
Intersection Delay (s):	51.0
Intersection LOS:	D
ICU:	1.57
ICU LOS:	H
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - NBTL SBTU
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Gráfico 34: Resultado de escenario de solución 1 – Con giros libres a la derecha

Bajo este primer escenario **no validamos** mejora significativa respecto a la situación actual.

ESCENARIO 2: CON CICLO SEMAFÓRICO OPTIMIZADO.

TIMING SETTINGS														
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)														
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270	—	—
Turn Type	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	—	—
Protected Phases														
Permitted Phases	4	4	—	8	8	—	2	2	—	6	6	—	—	—
Detector Phases	4	4	—	8	8	—	2	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	23.6	23.6	—	23.6	23.6	—	31.4	31.4	—	24.0	24.0	—	—	—
Minimum Split (s)	27.0	27.0	—	27.0	27.0	—	35.0	35.0	—	39.0	39.0	—	—	—
Total Split (s)	36.0	36.0	—	36.0	36.0	—	39.0	39.0	—	39.0	39.0	—	—	—
Yellow Time (s)	2.9	2.9	—	2.9	2.9	—	2.6	2.6	—	2.5	2.5	—	—	—
All-Red Time (s)	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	32.6	—	—	32.6	—	—	35.9	—	—	36.0	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.43	—	—	0.43	—	—	0.48	—	—	0.48	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	1.13dr	—	—	0.98dl	—	—	6.16dl	—	—	1.95dl	—	—	—
Control Delay (s)	—	68.3	—	—	21.8	—	—	33.9	—	—	22.2	—	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Total Delay (s)	—	68.3	—	—	21.8	—	—	33.9	—	—	22.2	—	—	—
Level of Service	—	E	—	—	C	—	—	C	—	—	C	—	—	—
Approach Delay (s)	—	68.3	—	—	21.8	—	—	33.9	—	—	22.2	—	—	—
Approach LOS	—	E	—	—	C	—	—	C	—	—	C	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	~104.8	—	—	27.7	—	—	68.0	—	—	48.0	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	#145.8	—	—	45.6	—	—	#104.4	—	—	#71.5	—	—	—
Stops (vph)	—	949	—	—	363	—	—	1153	—	—	883	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	129	—	—	31	—	—	84	—	—	56	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—

Gráfico 35: Configuración de escenario de solución 2 – Con ciclo semafórico optimizado.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	325.3
Y North (m):	-152.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	Av. Jesús de Nazar
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	75.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	75.0
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.07
Intersection Delay (s):	39.6
Intersection LOS:	D
ICU:	1.57
ICU LOS:	H
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - NBTL SBTL
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Gráfico 36: Resultado de escenario de solución 2 – Con ciclo semafórico optimizado.

Bajo este segundo escenario, se verifica una reducción de la longitud de cola del acceso este, mas **no validamos** mejora significativa respecto a la situación actual.

ESCENARIO 3: CON CICLO SEMAFÓRICO OPTIMIZADO Y GIROS LIBRES A LA DERECHA.

TIMING SETTINGS														
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)														
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270		
Turn Type	Perm			Perm			Perm			Perm				
Protected Phases		4			8			2			6			
Permitted Phases	4			8			2			6				
Detector Phases	4	4		8	8		2	2		6	6			
Switch Phase	0	0		0	0		0	0		0	0			
Leading Detector (m)		10.0			10.0			10.0			10.0			
Trailing Detector (m)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)	23.6	23.6		23.6	23.6		31.4	31.4		24.0	24.0			
Minimum Split (s)	27.0	27.0		27.0	27.0		35.0	35.0		39.0	39.0			
Total Split (s)	36.0	36.0		36.0	36.0		39.0	39.0		39.0	39.0			
Yellow Time (s)	2.9	2.9		2.9	2.9		2.6	2.6		2.5	2.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5			
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Lagging Phase?														
Allow Lead/Lag Optimize?														
Recall Mode	Max	Max		Max	Max		Max	Max		Max	Max			
Actuated Effct. Green (s)		32.6			32.6			35.9			36.0			
Actuated g/C Ratio		0.43			0.43			0.48			0.48			
Volume to Capacity Ratio		1.13dr			0.98dl			6.16dl			1.95dl			
Control Delay (s)		68.3			21.8			33.9			22.2			
Queue Delay (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Total Delay (s)		68.3			21.8			33.9			22.2			
Level of Service		E			C			C			C			
Approach Delay (s)		68.3			21.8			33.9			22.2			
Approach LOS		E			C			C			C			
Queue Length 50th (m)		~104.8			27.7			68.0			48.0			
Queue Length 95th (m)		#145.8			45.6			#104.4			#71.5			
Stops (vph)		949			363			1153			883			
Fuel Used (l/hr)		129			31			84			56			
Dilemma Vehicles (#/hr)		0			0			0			0			

Gráfico 37: Configuración de escenario de solución 3 – con ciclo semafórico optimizado y giros libres a la derecha.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	325.3
Y North (m):	-152.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	Av. Jesús de Nazar
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	75.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	75.0
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.07
Intersection Delay (s):	39.6
Intersection LOS:	D
ICU:	1.57
ICU LOS:	H
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2 - NBTL
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Gráfico 38: Resultado de escenario de solución 3 – con ciclo semafórico optimizado y giros libres a la derecha.

Bajo este tercer escenario, se verifica una **reducción de la relación máxima volumen/capacidad**, indicando una reducción del volumen de tráfico a partir de esta solución.

ESCENARIO 4: SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE

LANE SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕↕			↕↕↕		
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270
Street Name	Av. Jesús de Nazareth						Av. América Oeste			Av. América Oeste		
Link Distance (m)	—	44.8	—	—	313.1	—	—	163.1	—	—	145.6	—
Links Speed (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—
Get Arterial Name and Speed	— EB			— WB			— NB			— SB		
Travel Time (s)	—	3.2	—	—	22.5	—	—	11.7	—	—	10.5	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Right Turn Factor	—	0.907	—	—	0.981	—	—	0.987	—	—	0.966	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.998	—	—	0.990	—	—	0.970	—	—	0.987	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	2691	—	—	2887	—	—	4090	—	—	4073	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.926	—	—	0.555	—	—	0.723	—	—	0.674	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	2497	—	—	1619	—	—	3048	—	—	2781	—
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	210	—	—	26	—	—	29	—	—	136	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—

Gráfico 39: Configuración de escenario de solución 4 – Con semaforización inteligente.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	325.3
Y North (m):	-152.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	Av. Jesús de Nazar
Control Type	Actd-Uncrd
Cycle Length (s):	75.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	75.0
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.07
Intersection Delay (s):	39.6
Intersection LOS:	D
ICU:	1.57
ICU LOS:	H
Offset (s):	—
Referenced to:	—
Reference Phase:	—
Master Intersection:	—
Yield Point:	—
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Gráfico 40: Resultado de escenario de solución 4 – Con semaforización inteligente

Bajo este cuarto escenario, se verifica también una **reducción de la relación máxima volumen/capacidad**, indicando una reducción del volumen de tráfico a partir de esta solución.

ESCENARIO 5: SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE Y GIROS LIBRES A LA DERECHA.

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕↔			↕↔			↕↔↔			↕↔↔		
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270
Street Name	Av. Jesús de Nazareth						Av. América Oeste			Av. América Oeste		
Link Distance (m)	—	44.8	—	—	313.1	—	—	163.1	—	—	145.6	—
Links Speed (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	— EB			— WB			— NB			— SB		
Travel Time (s)	—	3.2	—	—	22.5	—	—	11.7	—	—	10.5	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	Free	—	—	Free	—	—	Free	—	—	Free
Curb Radius (m)	—	—	15.0	—	—	15.0	—	—	15.0	—	—	15.0
Add Lanes (#)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Right Turn Factor	—	0.907	—	—	0.981	—	—	0.987	—	—	0.966	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.998	—	—	0.990	—	—	0.970	—	—	0.987	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	2691	—	—	2887	—	—	4090	—	—	4073	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.926	—	—	0.555	—	—	0.723	—	—	0.674	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	2497	—	—	1619	—	—	3048	—	—	2781	—
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	210	—	—	26	—	—	29	—	—	136	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—

Gráfico 41: Configuración de escenario de solución 5 – Con semaforización inteligente y giros libres a la derecha.

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)		↔		↔			↔↔			↔↔				
Traffic Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270	—	—
Future Volume (vph)	41	453	799	96	330	60	862	415	122	312	605	270	—	—
Turn Type	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	—	—	8	—	—	2	—	—	6	—	—	—
Permitted Phases	4	—	—	8	—	—	2	—	—	6	—	—	—	—
Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	4	4	—	8	8	—	2	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	23.6	23.6	—	23.6	23.6	—	31.4	31.4	—	24.0	24.0	—	—	—
Minimum Split (s)	27.0	27.0	—	27.0	27.0	—	35.0	35.0	—	39.0	39.0	—	—	—
Total Split (s)	36.0	36.0	—	36.0	36.0	—	39.0	39.0	—	39.0	39.0	—	—	—
Yellow Time (s)	2.9	2.9	—	2.9	2.9	—	2.6	2.6	—	2.5	2.5	—	—	—
All-Red Time (s)	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	None	None	—	None	None	—	Max	Max	—	None	None	—	—	—
Speed limit (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	32.6	—	—	32.6	—	—	35.9	—	—	36.0	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.43	—	—	0.43	—	—	0.48	—	—	0.48	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	1.13dr	—	—	0.98dl	—	—	6.20dl	—	—	1.96dl	—	—	—
Control Delay (s)	—	68.3	—	—	21.8	—	—	33.9	—	—	22.2	—	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Total Delay (s)	—	68.3	—	—	21.8	—	—	33.9	—	—	22.2	—	—	—
Level of Service	—	E	—	—	C	—	—	C	—	—	C	—	—	—
Approach Delay (s)	—	68.3	—	—	21.8	—	—	33.9	—	—	22.2	—	—	—
Approach LOS	—	E	—	—	C	—	—	C	—	—	C	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	~104.8	—	—	27.7	—	—	68.0	—	—	48.0	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	#145.8	—	—	45.6	—	—	#104.4	—	—	#71.5	—	—	—
Stops (vph)	—	949	—	—	363	—	—	1153	—	—	883	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	129	—	—	31	—	—	84	—	—	57	—	—	—

Gráfico 42: Nivel de servicio de escenario de solución 5 – Con semaforización inteligente y giros libres a la derecha.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	325.3
Y North (m):	-152.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	Av. Jesús de Nazar
Control Type	Actd-Uncred
Cycle Length (s):	75.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	75.0
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.07
Intersection Delay (s):	39.6
Intersection LOS:	D
ICU:	1.57
ICU LOS:	H
Offset (s) :	—
Referenced to:	—
Reference Phase:	—
Master Intersection:	—
Yield Point:	—
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Gráfico 43: Resultado de escenario de solución 5 – Con semaforización inteligente y giros libres a la derecha.



Gráfico 44: Resultado de escenario de solución 5 – Modelado en 2D.



Gráfico 45: Resultado de escenario de solución 5 – Modelado en 3D.

Bajo este quinto escenario, se verifican tres mejoras importantes, la **reducción de la relación máxima volumen/capacidad**, la reducción de cola respecto al estado actual, y la reducción del tiempo de demoras promedio en la intersección.

Además de una tendencia prevalente a la medra de los niveles de servicio por acceso, pasamos de:

Acceso Oeste: Nivel F

Acceso Este: Nivel D

Acceso Sur: Nivel B

Acceso Norte: Nivel B

A tener los siguientes LOS:

Acceso Oeste: Nivel E

Acceso Este: Nivel C

Acceso Sur: Nivel C

Acceso Norte: Nivel C

Se realizó una matriz con todas las propuestas de mejora para designar una idónea, y debido a los beneficios de una semaforización inteligente en un largo plazo, adicional a las mejoras antes mencionadas de la propuesta cinco, es que se decide seleccionar el quinto escenario como la solución más adecuada y viable.

Tabla 33: Matriz de propuestas y cuantificación de mejoras respecto a la situación actual de la intersección

PROPUESTAS	PARÁMETROS							EVALUACIÓN
	Máx V/c	Long. Cola Oeste	Long. Cola Este	Long. Cola Norte	Long. Cola Sur	Nivel de servicio	Demora	
Escenario actual	1.22	140.2	56.8	72.8	51.1	F,D,B,B.	51.2	-
Propuesta 1	1.22	140.2	56.8	72.8	51.1	F,D,B,B.	51.2	No presenta mejoras
Propuesta 2	1.07	145.8	45.6	104.4	71.5	E,C,C,C.	39.6	Reduce un 29% las demoras en la intersección. Reduce la longitud de cola este, en un 25%. Reduce en un 14% el ratio Máxima Volumen/Capacidad
Propuesta 3	1.07	145.8	45.6	104.4	71.5	E,C,C,C.	39.6	Reduce un 29% las demoras en la intersección. Reduce la longitud de cola este, en un 25%. Reduce en un 14% el ratio Máxima Volumen/Capacidad
Propuesta 4	1.07	145.8	45.6	104.4	71.5	E,C,C,C.	39.6	Reduce un 29% las demoras en la intersección. Reduce la longitud de cola este, en un 25%. Reduce en un 14% el ratio Máxima Volumen/Capacidad
Propuesta 5	1.07	145.8	45.6	104.4	71.5	E,C,C,C.	39.6	Reduce un 29% las demoras en la intersección. Reduce la longitud de cola este, en un 25%. Reduce en un 14% el ratio Máxima Volumen/Capacidad

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSION DE RESULTADOS

- Acceso norte:
 - Presentó mayor tráfico vehicular mixto el día jueves con un total 13,006 vehículos, presentó menor tráfico vehicular mixto el día lunes con un total de 11,811 vehículos.
 - Se cuantificó un promedio de volumen horario de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 319.
 - Se cuantificó un promedio de factor de la hora de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 0.94.

- Acceso sur:
 - Presentó mayor tráfico vehicular mixto el día viernes con un total 13,958 vehículos, presentó menor tráfico vehicular mixto el día miércoles con un total de 12,776 vehículos.
 - Se cuantificó un promedio de volumen horario de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 342.
 - Se cuantificó un promedio de factor de la hora de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 0.95.

- Acceso este:
 - Presentó mayor tráfico vehicular mixto el día lunes con un total 5,200 vehículos, presentó menor tráfico vehicular mixto el día viernes con un total de 4,307 vehículos.
 - Se cuantificó un promedio de volumen horario de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 121.
 - Se cuantificó un promedio de factor de la hora de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 0.89.

- Acceso oeste:

- Presentó mayor tráfico vehicular mixto el día viernes con un total 12,119 vehículos, presentó menor tráfico vehicular mixto el día jueves con un total de 10,312 vehículos.
 - Se cuantificó un promedio de volumen horario de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 312.
 - Se cuantificó un promedio de factor de la hora de máxima demanda en la zona de estudio equivalente a 0.85.
- Se utilizó como metodología para lograr obtener las velocidades al vehiculo flotante, esta misma metodología permite revelar datos de volúmenes, tiempos de recorrido en todo tipo de vías, resultando que en el acceso sur la velocidad de recorrido representa un bajo desplazamiento a comparación de los otros accesos, por el cual genera un aumento tangible del volumen, en este caso eso conlleva a un congestionamiento con la propiedad de ser sobresaturado.
- En referencia a el ordenamiento de los tiempos de cambio del semáforo, se utilizó para la determinación correcta el método estipulado por el NIATT; donde los rendimientos obtenidos para el lapso de un ciclo de de intersección son de 80 seg; un lapso efectivo de color verde total en la confluencia de 62 seg, y tres fases para las 4 semaforizaciones coetáneas.
- Se determinó que el ratio capacidad y volumen es totalmente mayor a uno, lo cual indica que no existe una paridad, dando es enste caso una saturación del régimen, una mayor demanda respecto a lo que puede soportar la vía, como se muestra en la tabla 30, siendo el acceso oeste el más crítico con 3.24 en RT (movimiento por grupo).
- Se determinó el LOS "F" para las ramas sur, oeste y norte, empero, el acceso este es de tipo "B" (tabla 31), por lo que se determina por mayoría que la intersección en general es del tipo "F", esta cualidad de la confluencia nos indica que la infraestructura claramente no puede

satisfacer la demanda actual ni el confort del usuario, y mucho menos la proyección a futuro de la demanda existente.

- En comparación con la distribución del tiempo de paso semáforo, llegamos a la conclusión de que la cuota de tiempo de semáforo activo mejora hasta un 32% respecto al tiempo de paso actual, tomando en cuenta que anteriormente era de un 22%; Es decir, dentro de los 20 minutos de la fase de luz verde activa, la densidad que conforman todos los vehiculos que puedan pasar la via aumentará un 10%.

CONCLUSIONES

- **Se evaluó** el nivel de servicio y la capacidad vial en la confluencia vial propuesta utilizando los volúmenes de la confluencia la cual se compone por 4 vías de ingreso, donde se obtuvo la toma de datos de cuatro movimientos por cada vía de ingreso, obteniéndose así la cantidad de vehículos por día, el VHMD y el FHMD, concluyendo que el cruce analizado que parte **Por el Norte y Sur: “Av. America Oeste”;** **Por el Este y Oeste: “Av. Jesús de Nazareth”**, presenta una sobresaturación de congestión vial. Con un nivel de servicio categoría “F”.
- **Se determinó** los volúmenes vehiculares durante todo el periodo de aforo y el factor de máxima demanda, con la información tomada en campo correspondiente a la intersección vial propuesta, la cual se compone por 4 vías de ingreso, definidas por los cuatro puntos cardinales, obteniéndose por cada ingreso los siguientes volúmenes:

NORTE: 62,620 vehículos

SUR: 68,124 vehículos

ESTE: 23,566 vehículos

OESTE: 54,858 vehículos

TOTAL: 209,168

Y para el FHMD en la zona de estudio se determinó:

NORTE:0.95

SUR:0.93

ESTE:0.91

OESTE:0.76

- **Se analizó** el comportamiento actual del flujo vehicular según los aforos realizados, obteniendo los siguientes datos:

ACCESO NORTE: Posibles problemas de congestión el día martes en el turno tarde, entre las 17:30 y 17:45 horas, debido a un valor mayor del q_{15max} (352) frente al Q_i VHMD (336).

ACCESO SUR: Posibles problemas de congestión el día viernes en el turno tarde, entre las 18:30 y 18:45 horas, debido a un valor mayor del q_{15max} (387) frente al Q_i VHMD (358).

ACCESO OESTE: Posibles problemas de congestión el día jueves en el turno tarde, entre las 17:30 y 17:45 horas, debido a un valor igual del q_{15max} (143) frente al Q_i VHMD (143).

ACCESO ESTE: Posibles problemas de congestión el día miércoles en el turno tarde, entre las 17:45 y 18:00 horas, debido a un valor igual del q_{15max} (435) frente al Q_i VHMD (435).

- **Se determinó** las velocidades de recorrido y de marcha

Oeste: Vel. de recorrido: 22.25 km/h; Vel. de marcha: 28.33 km/h.

Este: Vel. de recorrido: 26.60 km/h; Vel. de marcha: 39.35 km/h.

Norte: Vel. de recorrido: 21.82 km/h; Vel. de marcha: 29.07 km/h.

Sur: Vel. de recorrido: 20.77 km/h; Vel. de marcha: 30.23 km/h.

- **Se modeló** el tránsito vehicular por el software Synchro para determinar el posible escenario de propuesta más adecuado, y ese escenario fue el número 5, referente a una solución con giros libres a la derecha y semaforización inteligente. Utilizando esta propuesta obtenemos una reducción del 29% en las demoras en la intersección, reducimos la longitud de cola este en un 25% y reducimos en un 14% la relación Máxima Volumen/Capacidad. Además de

obtener una mejora del nivel de servicio significativa por cada acceso, de Oeste: F, Este: D, Sur: B, Norte: B, logramos mejorar a Oeste: E, Este: C, Sur: C, Norte: C.

RECOMENDACIONES

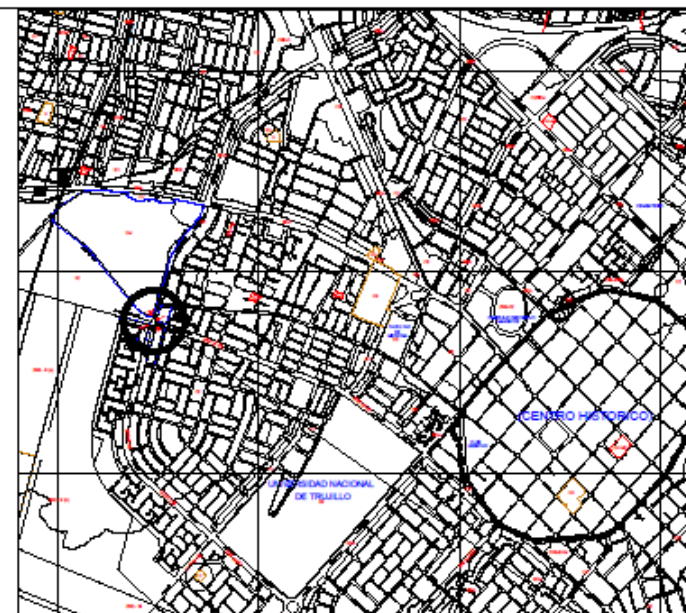
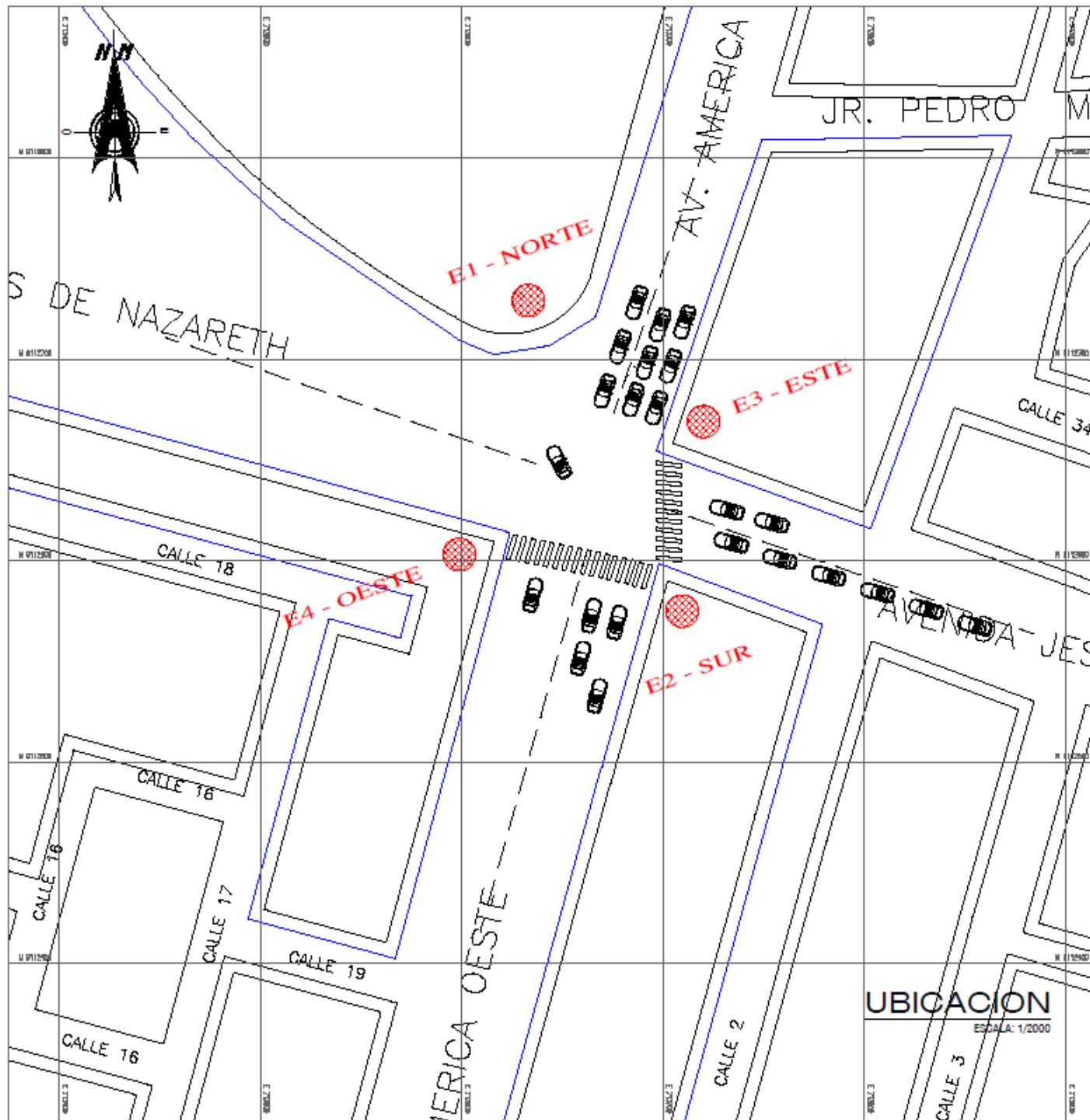
- Estudiar la zona de la intersección a detalle, con el fin de ubicar zonas críticas de conflicto en la ciudad y solicitar apoyo de las entidades municipales para manejar esa data. Teniendo identificadas las intersecciones más críticas de la ciudad se puede ejecutar un proyecto a nivel provincia para la mejora sostenible de la congestión vehicular para una proyección de unos 30 años.
- Se recomienda para estudios posteriores, el realizar los aforos vehiculares con un periodo superior a las 24 horas o incluso de más de una semana para poder tener un panorama más amplio del comportamiento del tráfico en la confluencia a estudiar. Ya que a mayor tiempo de aforo, mayor fiabilidad del estudio, el tiempo mayor también permite de verificar distintas situaciones del tráfico atípicas que pueden pasar desapercibidas en un estudio de menor tiempo.
- Es necesario realizar continuamente estudios de tráfico en esta zona y en zonas adyacentes o de confluencias que alimenten a este cruce. Ya que con cada año que pasa al parque automotor va en aumento, provocando de esta manera un aumento en la relación volumen/capacidad vehicular. Por ello es menester tener este estudio como base para proyecciones futuras y evitar así un nivel bajo de confort para la comuna trujillana en esta zona de estudio.
- Debido a la existencia del 72% de vehículos tipo privado que circulan por esta confluencia, se recomienda complementar este estudio con el análisis de mayor ancho de vías, o en su defecto vías adyacentes a la intersección, para modelar el comportamiento del flujo vehicular que transitaría por esas zonas nuevas y así plantear a futuro una solución viable para mejorar los índices de nivel de servicio en la intersección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cal R. & Reyes M. (2007). Ingeniería de tránsito; fundamentos y aplicaciones, México: Alfaomega.
- Gómez, S. (2014) "Diseño estructural del pavimento flexible para el Anillo Vial del Óvalo Grau – Trujillo - La Libertad". Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú.
- Gonzales, Y. & Torres G. (2017). Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 Y 9 Del centro poblado Alto Trujillo – Trujillo - La Libertad. (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Transportation Research Board (1985). Manual de capacidad de carreteras. Madrid, España: Topacio.2
- Pinto Espejo , Christopher (2016). "Análisis y planteamiento de soluciones en el óvalo "Los Incas"- Intersección de la avenida Dolores con la avenida Los Incas en la Provincia de Arequipa". Perú . Quintero-González, J. R.
- Ruiz Gallido , Laura (2016). "Análisis de tráfico y la Seguridad Vial de la carretera N° 332 a su paso por el término Municipal de Favara" . Valencia. Anuario Estadístico 2016, MTC.OGPP Oficina de Estadística, pág. 121.
- Sistema Inteligente de Movilidad (SIMM) de Medellín (2012). Indicadores de Movilidad. Secretaría de Tránsito y Transporte de Medellín. Recuperado de <http://www.Medellín.gov.co/transito/lineabase.html>

ANEXOS:

**ANEXO N°1: PLANO DE
UBICACIÓN DE
ESTACIONES DE
AFORO**



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESCALA 1/10000

DEPARTAMENTO	: LA LIBERTAD
PROVINCIA	: TRUJILLO
DISTRITO	: TRUJILLO
SECTOR	: COVICORTI
INTERSECCIÓN	: AV JESUS DE NAZARETH CON AV AMERICA OESTE

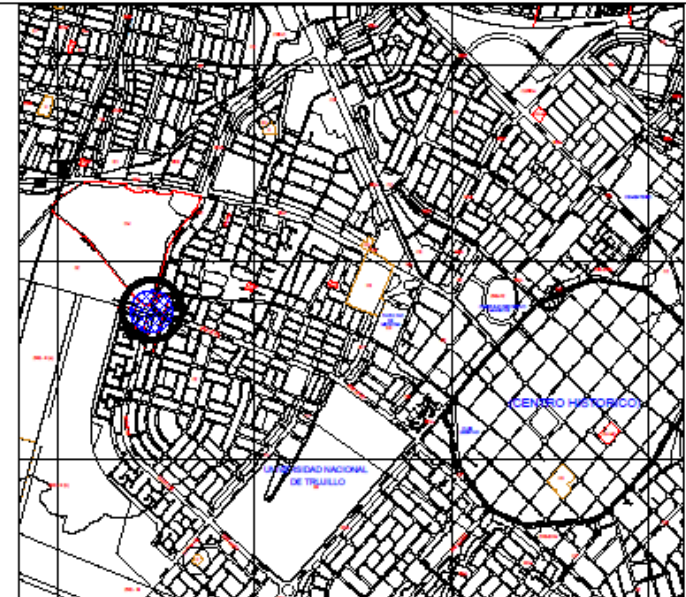
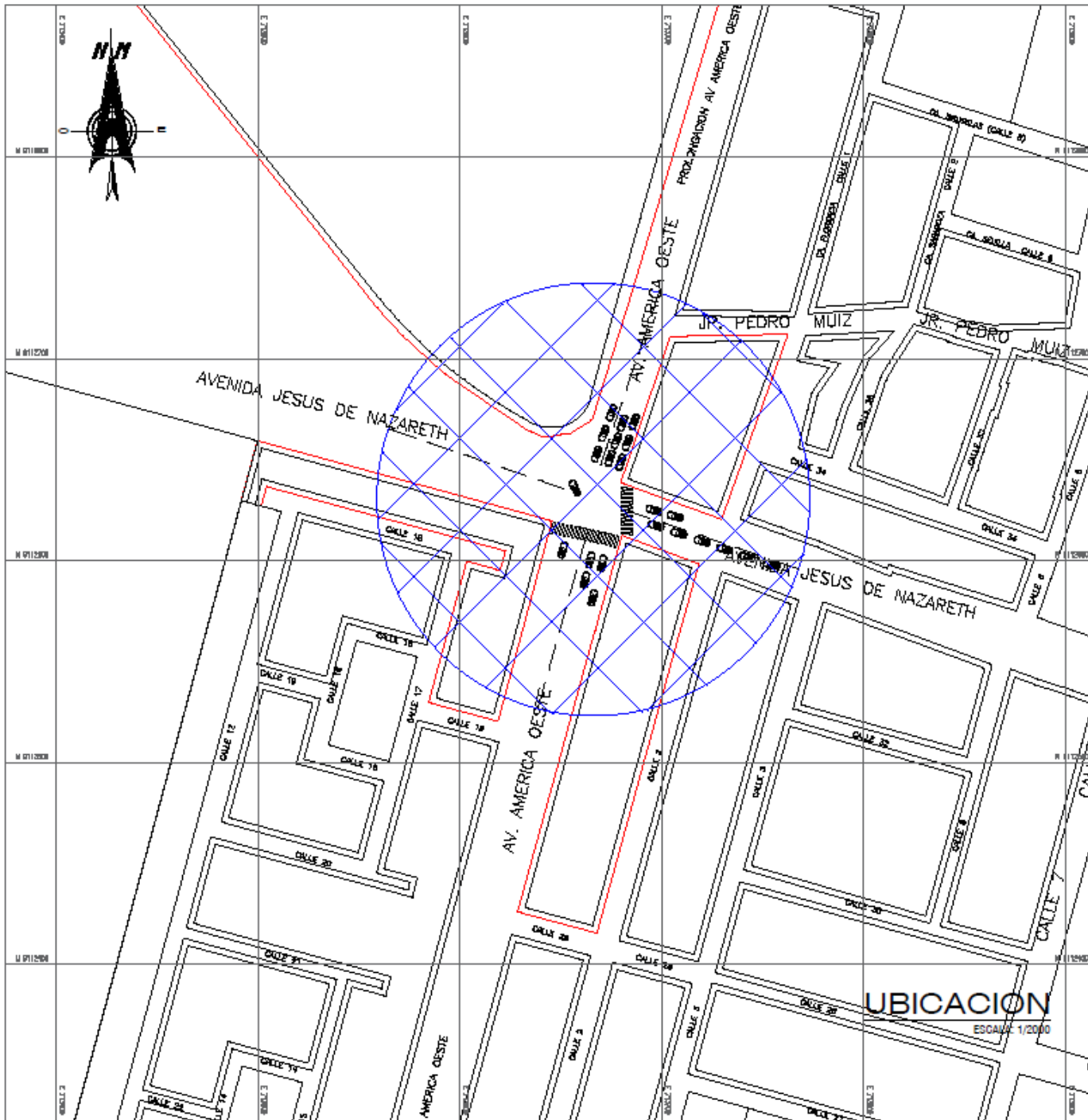
PROFESIONAL : RICARDO ANTONIO TALLEDO VALLEJO
LUIS ANGEL HIDALGO VALVERDE

PROYECTO: EVALUACIÓN DE CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO

PLANO: ESTACIONES DE AFORO		LAMINA UL
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE-2022	

UBICACION
ESCALA: 1/2000

ANEXO N°2: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA INTERSECCIÓN



ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESCALA 1/10000

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : TRUJILLO
 DISTRITO : TRUJILLO
SECTOR : COVICORTI
 INTERSECCIÓN : AV JESUS DE NAZARETH
 CON AV AMERICA OESTE

PROFESIONAL : RICARDO ANTONIO TALLEDO VALLEJO
 LUIS ANGEL HIDALGO VALVERDE

PROYECTO: EVALUACIÓN DE CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO

PLANO: **UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**

LAMINA

ESCALA: INDICADA

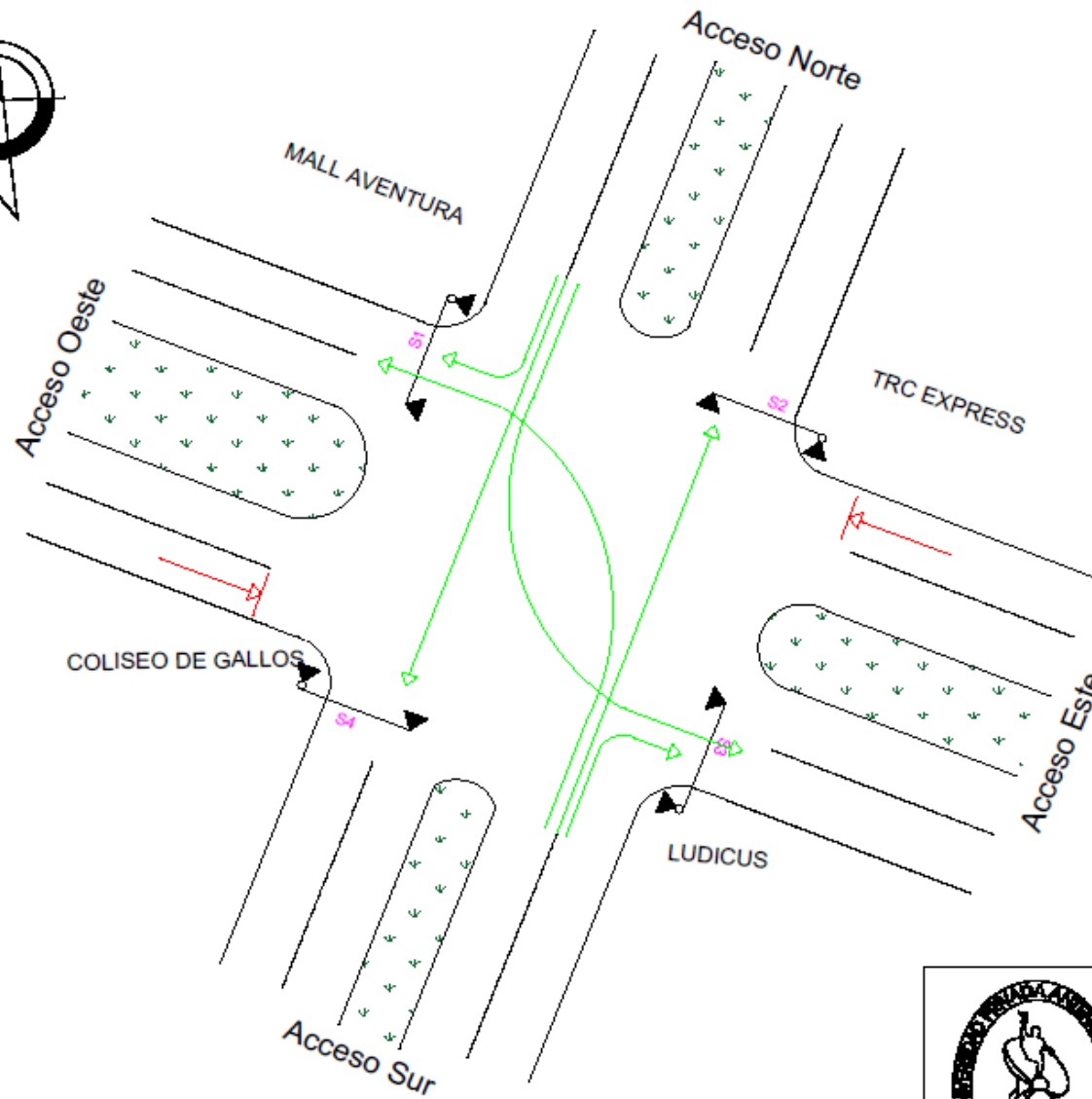
FECHA: OCTUBRE-2022

UL

**ANEXO N°3: PLANO DE
DIAGRAMA DE FASES
N°1**



1



LEYENDA:	
SÉMÁFORO VEHICULAR	
VERDE SUR-NORTE	
VERDE NORTE-SUR	
ROJO OESTE-ESTE	
ROJO ESTE-OESTE	



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: FASES ACTUALES DE SEMÁFOROS EN LAS INTERSECCIONES AV. AMÉRICA OESTE Y AV. J. NAZARETH

BACHILLERES: RICARDO TALLEDO VALLEJO
LUIS HIDALGO VALVERDE

DF-01

ESCALA:

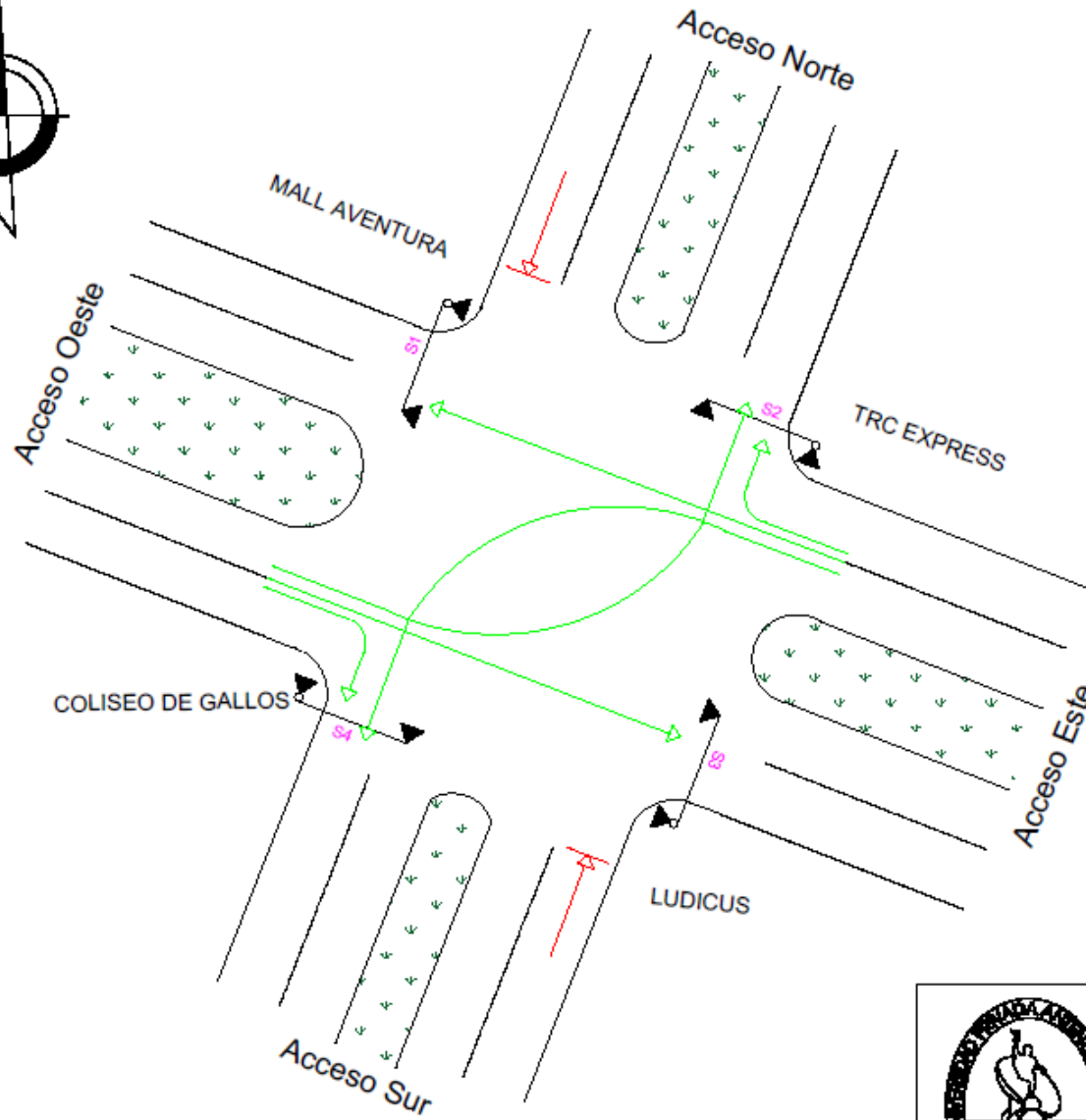
FECHA:

NOVIEMBRE 2022

**ANEXO N°4: PLANO DE
DIAGRAMA DE FASES
N°2**



∅ 2



LEYENDA:	
SÉMÁFORO VEHICULAR	
ROJO SUR-NORTE	
ROJO NORTE-SUR	
VERDE OESTE-ESTE	
VERDE ESTE-OESTE	



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

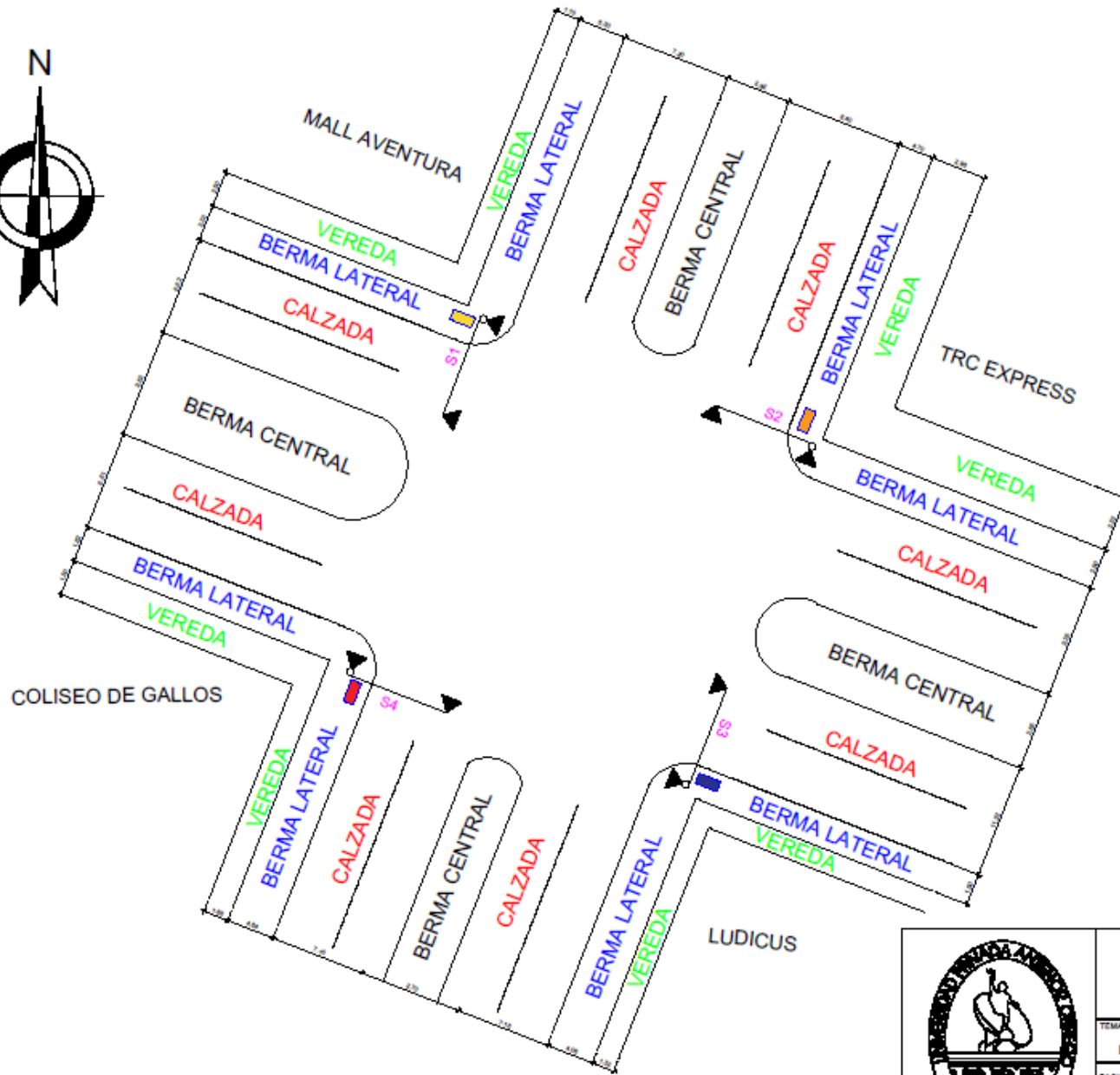
TEMA: FASES ACTUALES DE SEMÁFOROS EN LAS INTERSECCIONES AV. AMÉRICA OESTE Y AV. J. NAZARETH

SACHILLERES: RICARDO TALLEDO VALLEJO
LUIS HIDALGO VALVERDE






DF-02

ESCALA: FECHA: NOVIEMBRE 2022

**ANEXO N°5: PLANO DE
UBICACIÓN DE
SEMÁFOROS**



LEYENDA:

- SÉMÁFORO VEHICULAR 
- ESTACIÓN E1 
- ESTACIÓN E2 
- ESTACIÓN E3 
- ESTACIÓN E4 



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: FASES ACTUALES DE SEMÁFOROS EN LAS INTERSECCIONES AV. AMÉRICA OESTE Y AV. J. NAZARETH

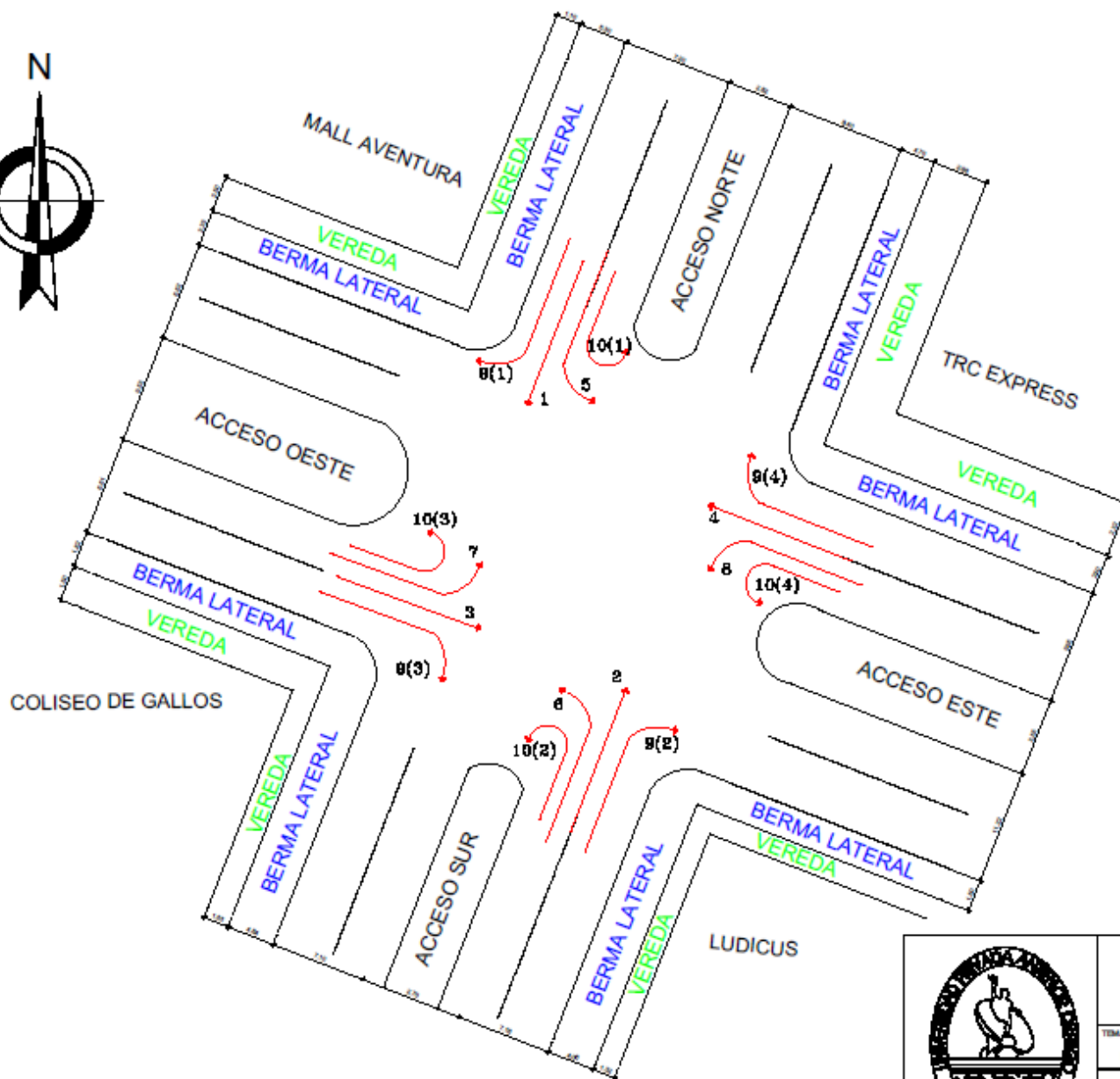
BACHELEROS: RICARDO TALLEDO VALLEJO
LUIS HIDALGO VALVERDE

ESCALA:

FECHA: NOVIEMBRE 2022

US-01

**ANEXO N°6:
CODIFICACIÓN DE
GIROS EN LA
INTERSECCIÓN**



ACCESO	MOVIMIENTO	CODIGO
NORTE	Directo	1
	Giro a izquierda	5
	Giro a derecha	9 (1)
	Giro en U	10 (1)
Sur	Directo	2
	Giro a izquierda	6
	Giro a derecha	9 (2)
Oeste	Giro en U	10 (2)
	Directo	3
	Giro a izquierda	7
Este	Giro a derecha	9 (3)
	Giro en U	10 (3)
	Directo	4
	Giro a izquierda	8
	Giro a derecha	9 (4)
	Giro en U	10 (4)
	Directo	10 (4)



UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTENOR ORREGO

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: CODIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN LAS
INTERSECCIONES AV. AMÉRICA OESTE Y AV. J. NAZARETH

BACHILLERES:
RICARDO TALLEDO VALLEJO
LUIS HIDALGO VALVERDE

ESCALA:

FECHA:

NOVIEMBRE 2022

US-01