

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN MATEMÁTICA EMPLEANDO EL
SOFTWARE VISSIM COMO HERRAMIENTA EN EL CONTROL DE
TRÁFICO EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO
CON JOSÉ MARÍA EUGUREN, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD
AÑO 2017”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES: BR. SOLANO ESTRADA ANTHONY PETER
BR. TERRONES NOVOA DANITZA ALESSANDRA
ASESOR: ING. BURGOS SARMIENTOS TITO ALFREDO

TRUJILLO - PERÚ
2017

N° REGISTRO

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Anthony Peter Solano Estrada** y la Bachiller **Danitza Alessandra Terrones Novoa**, denominada:

“APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN MATEMÁTICA EMPLEANDO EL SOFTWARE VISSIM COMO HERRAMIENTA EN EL CONTROL DE TRÁFICO EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO CON JOSÉ MARÍA EUGUREN, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD, AÑO 2017”

Ing. Cabanillas Quiroz Juan
CIP: 17902
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Rodríguez Ramos Mamerto
CIP: 3689
JURADO
SECRETARIO

Ing. Hurtado Zamora, Oswaldo
CIP: 63712
JURADO
VOCAL

Ing. Tito Burgos Sarmiento
CIP: 82596
ASESOR

DEDICATORIA

De manera especial y con todo el cariño a nuestros padres por todas las enseñanzas adquiridas, por su esfuerzo en poder darnos educación y todo el amor que los caracteriza, y también por ser uno de los pilares más importantes para culminación de esta tesis.

LOS AUTORES.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos su bendición, la sabiduría y por saber guiarnos durante ese proceso para poder lograr la culminación de esta etapa con muchos éxitos.

A nuestro asesor, por haber aceptado encaminarnos en nuestro desarrollo de tesis, por su capacidad la cual hemos aprovechado al máximo para la elaboración de nuestro trabajo de investigación, por su paciencia y disposición permanente brindada para resolver nuestras dudas durante esta etapa.

LOS AUTORES.

RESUMEN

Este proyecto de tesis de ingeniería civil está básicamente orientada al área de transportes, mediante la cual se va a desarrollar un estudio de tráfico en una de las intersecciones de mayor caos vehicular ubicada en el distrito de Trujillo Metropolitano, esta intersección es la conformada por las Avenidas César Vallejo con José María Euguren en la cual encontramos diferentes factores que intervienen en el congestionamiento vehicular; se tiene como objetivo general simular mediante un software y así poder contribuir a la solución vial a los principales problemas de tráfico que se presentan actualmente.

Se realizará un análisis sobre la situación del tráfico actual a través de conteos manuales para determinar los volúmenes de máxima demanda y obtener datos para realizar el estudio de tráfico de la intersección. Empleando el software Vissim se realizará la simulación matemática y se obtendrá resultados de la situación del tráfico actual, con dichos resultados se podrá observar a detalle los principales problemas que suceden a diario en esta intersección.

Por último, se planteará una propuesta de solución vial para los problemas de tráfico de esta intersección, en cuanto a geometría vial, reordenamiento del transporte público; la cual será simulada y presentada para contribuir a un correcto control de tráfico en la intersección evaluada.

Palabras Claves: Tráfico, Simulación, Vissim, Geometría Vial, Intersección, Congestión Vehicular.

ABSTRACT

This civil engineering thesis project is basically oriented to the area of transport, through which a traffic study will be developed in the intersections of greater vehicular chaos located in the district of Trujillo Metropolitan, this intersection is formed by the Avenues César Vallejo with José María Euguren, in where we find different factors that intervene in traffic congestion. Its general objective is to simulate using software and thus be able to contribute to the road solution to the main traffic problems that currently arise.

An analysis will be made on the traffic situation through manual counts to determine the volumes of maximum demand and obtain data to perform the traffic study of the intersection. Using Vissim software, the mathematical simulation will be performed and results will be obtained from the current traffic situation, with these results you can see in detail the main problems that occur daily at this intersection.

Finally, a road solution proposal will be proposed for the traffic problems of this intersection, in terms of road geometry, rearrangement of public transport; which will be simulated and presented to contribute to a correct traffic control in the evaluated intersection.

Keywords: Traffic, Simulation, Vissim, Road Geometry, Intersection, Vehicular Congestion.

ÍNDICE

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.- Planteamiento del Problema.....	12
1.2.- Delimitación del Problema.....	13
1.3.- Formulación del Problema.....	14
1.4.- Formulación de la Hipótesis.....	14
1.5.- Objetivo General	15
1.6.- Objetivos Específicos.....	15
1.7.- Justificación del Estudio.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2.- Bases Teóricas.....	20
2.3.- Definiciones de Términos Básicos.....	45

CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	49
3.1.- Material.....	49
3.1.1.- Población.....	49
3.1.2.- Muestra.....	49
3.2.- Métodos.....	49
3.2.1.- Tipo de Investigación.....	49
3.2.2.- Diseño de Investigación.....	49
3.2.3.- Variables y Operacionalización.....	50
3.2.4.- Instrumentos de recolección de datos.....	51
3.2.5.- Procesamiento y análisis de datos.....	52
3.2.6.- Técnica de Análisis de Datos.....	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	55
CAPÍTULO V. DISCUSION DE RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la mañana en Días Laborales.....	56
Tabla 2: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta Medio Día en Días Laborales.....	56
Tabla 3: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Tarde en Días Laboral.....	57
Tabla 4: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Mañana por Fin de Semana.....	57
Tabla 5: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Tarde en Fin de Semana.....	58
Tabla 6: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Tarde en Fin de Semana.....	58
Tabla 7: VMHD por carril en Horas Pico en Días laborales.....	59
Tabla 8: VMHD por carril en Horas Pico en Fin de Semana.....	59
Tabla 9: IMDA de la Av. Euguren y la Av. Cesar Vallejo.....	61
Tabla 10: Niveles de Diseño por carril calculada.....	61
Tabla 11: Datos de Simulación en estado actual.....	62
Tabla 12: Datos de Simulación Situación de Proyecto Mejora de Geometría.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de la intersección a estudiar.....	14
Figura 2: Volúmenes de Tránsito direccionales en una intersección Vial.....	29
Figura 3: Variación Horaria del Volumen de Tránsito en una Intersección Vial.....	29
Figura 4: Aforos Manuales a Cargo de personas.....	31
Figura 5: Niveles de Servicio.....	34
Figura 6: Comunicación entre el simulador de tráfico de tráfico y el generador de estado de estado de señal.....	43
Figura 7: Asignación de orden de carriles en la intersección.....	55
Gráfica 1: Volumen Diario Semanal en días Laborales.....	60
Gráfica 2: Volumen Diario Semanal en Fin de Semana.....	60

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En el distrito de Trujillo Metropolitano existen intersecciones viales en las cuales se presenta un tráfico vehicular crítico, esta problemática genera malestar tanto en conductores como en transeúntes. En los últimos años, se presenta un aumento notorio del porcentaje de vehículos que circulan por nuestro distrito, esto ha desencadenado en una mayor cantidad de problemas de circulación para los usuarios involucrados en la planificación de los diseños viales del distrito.

En consecuencia, una de las intersecciones viales de gran importancia en nuestro distrito es el de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren, donde se ha visto muy afectada en cuanto a problemas de tráfico como es el congestionamiento vehicular. Este problema perjudica la correcta fluidez del tránsito vehicular, provocando alta contaminación ambiental, pérdida de tiempo, por tal motivo los conductores en reacción a esto no respetan la poca señalización que hay en la intersección vial a estudiar.

Con el pasar del tiempo se puede distinguir claramente los distintos problemas relacionados al tráfico en la intersección de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren. Por tal motivo es necesario identificar y analizar las características de la problemática actual que se presenta. Encontramos las siguientes características Problemáticas:

- Alto congestionamiento vehicular en la intersección vial de las avenidas César Vallejo con José María Euguren.

- Deficiencia en la emisión del plan de seguridad vial metropolitano emitido por la Sub Gerencia de Transportes de la Municipalidad Provincial de Trujillo.
- Deficiente señalización de tránsito vertical y horizontal.
- Mal uso de las señales de tránsito por parte de los transeúntes como conductores.
- Alto porcentaje de transporte público.
- Inadecuado control de circulación de transporte pesado.

Para un mejor entendimiento se realiza un análisis de Características Problemáticas mencionadas anteriormente:

- El alto congestionamiento vehicular en la zona de la aplicación del proyecto, se debe a la falta de una señalización óptima y adecuada lo cual genera un gran malestar en el conductor, quien bajo estas circunstancias emplea su criterio para la circulación del vehículo y no hace uso de las normativas dadas por el Ministerio de Transporte, esto desencadena en un problema mayor que afecta la fluidez de un tránsito continuo.
- La deficiencia en la emisión del plan de seguridad vial metropolitano emitido por la Municipalidad Provincial de Trujillo; se debe al desinterés por la Subgerencia de Seguridad Vial y por la falta de elaboración de programas que contribuyan a la enseñanza de dichas normas.
- El mal uso de las señales de tránsito por parte de las transeúntes como conductores, se debe a la falta de capacitación y a la falta de cultura que se debe inculcar a la población desde la educación inicial.

- El Alto porcentaje de congestión vehicular de transporte público se debe a la mala organización que tiene la Sub Gerencia de Transporte y Tránsito de Trujillo Metropolitano, al no evaluar de manera adecuada las rutas que cada línea de transporte debe de seguir.

Para realizar un correcto control del tráfico en la intersección vial referida, es conveniente apoyarse en nuevas tecnologías en cuanto a softwares especializados en simulación, por tal motivo en el presente proyecto de tesis se empleará el software Vissim especializado en transportes, el cual nos permitirá simular la situación actual de tráfico en la intersección vial de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren para así obtener un diagnóstico exacto de la situación real que se está produciendo; con esta simulación se podrá observar los problemas de tráfico que se producen. Esto servirá para poder implementar soluciones viales efectivas a la problemática simulada.

1.2. Delimitación del Problema

El presente estudio para esta tesis se ubica geográficamente en la intersección vial de las Avenidas Cesar Vallejo con José María Euguren, perteneciente al Distrito de Trujillo Metropolitano de la Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad. Además, se ejecutará en el presente Año 2017.

1.5. Objetivo General

Evaluar si la aplicación de la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico contribuye a la solución vial en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo – La Libertad, año 2017.

1.6. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estudio de tráfico actual para así obtener el volumen de tránsito en la intersección vial de estudio.
- Evaluar la capacidad vial actual de la intersección vial a estudiar.
- Presentar una propuesta de solución vial para mejorar el funcionamiento de la intersección.
- Evaluar la funcionabilidad de la solución vial propuesta por la aplicación del software Vissim.

1.7. Justificación del Estudio

Este estudio se justifica metodológicamente porque nos permitirá aplicar procedimientos en cuanto a la simulación del tráfico con el software Vissim, esto nos ayudará a recrear y detectar los problemas de tráfico presentes, con el objetivo de implementar las mejores soluciones viales, y con estas predecir el comportamiento esperado del tráfico en la zona de estudio. Para este proyecto se realizará la recolección de los datos necesarios en cuanto al estudio tráfico y

capacidad vial, para así realizar una simulación acorde a la realidad actual y con esto poder obtener resultados verídicos.

Además, este proyecto aportara un estudio a detalle que será puesto en conocimiento a las entidades encargadas como son el Ministerio de Transportes, Sub Gerencia de Transportes y Tránsito de la Municipalidad Provincial de Trujillo, para que ellos puedan ejecutar la mejor toma de decisiones en cuanto a la problemática presentada. También, se tiene una justificación de relevancia social ya que este proyecto buscará proponer las mejoras que deben ser aplicadas para la solución del tráfico vehicular que afecta tanto a conductores como a peatones que circulan por la intersección de las avenidas Cesar Vallejo y José María Euguren en el Distrito de Trujillo Metropolitano.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

El primer antecedente en considerar fue de FRANCO LORENA (2008) – Paraguay, en su investigación titulada “Aplicación de Simulación en el Control Tráfico, una Propuesta para Ciudad del Este”, se propuso como objetivo realizar la recopilación de información de las zonas con mayor congestamiento vehicular de la ciudad, para poder obtener una simulación en el control de tráfico óptima que ayude con la mejora de la circulación de los vehículos para la Ciudad del Este. Obteniendo como resultado que, al ingresar los diferentes datos obtenidos en campo al programa Aimsun podemos elaborar la simulación de las intersecciones y/o cruces de mayor tránsito, logrando una liberación de congestamiento vehicular. Esto se debe al buen sistema centralizado que se aplica en el programa, por el cual todos los sensores y semáforos están conectados generando la mejora en la fluidez del tráfico, mayor velocidad del tránsito vehicular, menor tiempo de espera y la disminución en la densidad del tránsito. Dicha simulación en el programa Aimsun consiste en un sistema de uso de semáforos inteligentes que ayuda a agilizar las vías de mayor demanda evitando el bloqueo de las vías transversales.

Como segundo trabajo considerado en la investigación es de HOLGADO (2012), en su investigación titulada “Estudio de Regulación del Tránsito de Vehículos y peatones en los alrededores de la Av. Portugal de Salamanca”, teniendo como objetivo un estudio que

aborde la problemática relacionada con la regulación de tráfico vehicular en el cruce de la avenida Portugal en Salamanca. Para cumplir con la regulación de tráfico en esta investigación se elaboraron tres métodos que son el modelo matemático, Simio y Aimsun en los cuales tiene como principal solución el uso de franjas semaforicas. Estas herramientas permiten estudiar las configuraciones y consecuencias, demostrando así la influencia de un buen diseño viario y la definición de ciclo, comparando su diseño previo y posterior a la reforma.

MORALES Y GONZALES (2013), en su investigación titulada “Control de Tráfico Vehicular por medio de Semáforos Inteligentes”, se propuso como objetivo controlar el tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes en un área de estudio, se tuvo en cuenta el estado actual del funcionamiento de los semáforos. Concluyendo que la creación de un sistema de control mediante el uso de semáforos inteligentes permite una mejoría en el flujo de tráfico debido a su capacidad de detección de vehículos y la toma de decisiones que dan prioridad a las avenidas con mayor flujo de tráfico. Se realizaron una serie de pruebas en un ambiente de intersecciones para determinar si se alcanzaron o no las expectativas del proyecto.

El último trabajo internacional investigado es de IBADANGO (2014), en su investigación titulada “Estudio de tráfico y soluciones al congestionamiento vehicular en la Av. Universitaria (Intersecciones con Bolivia – Santa Rosa), de la Ciudad de Quito”, se propuso como objetivo estudiar y analizar las posibles alternativas para solucionar el problema de movilidad vehicular en la Av. Universitaria, aprovechando en lo posible la estructura vial

actual. Este proyecto se basa en que se presenta un intenso tráfico y varios problemas que afectan la transitabilidad vehicular. Se realizó un estudio de tráfico a detalle y este fue apoyado con una simulación en el software Synchro 8. Se concluye, que la implementación de solución del cambio de la superficie de rodadura es factible y que estas mejoraran el flujo vehicular en la zona de estudio, así mismo disminuirá las colas de tráfico y con esto reduciendo tiempos de viaje de los usuarios, esto generara un tráfico seguro y eficiente para toda la población.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Por parte de nuestra investigación nacional tenemos la investigación de OTERO (2015), en su investigación titulada “Alternativas de solución vial a la intersección de las Avenida A. Cáceres y Avenida Ramón Múgica”, se propuso como objetivo brindar una solución al problema del excesivo tráfico en la intersección de las avenidas A. Cáceres y Avenida Ramón Múgica de la ciudad de Piura. Este proyecto se fundamenta en que la intersección de estudiada es una de las zonas de mayor congestionamiento y caos vehicular de la ciudad de Piura; es por ello que se buscó una solución aplicando metodologías de toma de datos en campo para determinar los niveles y capacidad de servicios actuales. Se propusieron varias propuestas de solución vial como son ensanchamiento de carriles, uso de rotonda, paso de desnivel; estas propuestas fueron simuladas con el software Synchro 8. Se concluye, que la mejor solución vial para esta problemática es el pase a desnivel ya que cumple una gran funcionabilidad para la proyección del tránsito a futuro en la zona de estudio.

La segunda investigación considerada es la de ALCALÁ (2016), en su investigación titulada “Micro simulación del tráfico de la intersección de las Avenidas Bolívar, Córdova y Calle Andalucía empleando el software VISSIM 6”, se propuso como objetivo evaluar las condiciones de circulación de los usuarios, en una intersección de Lima, mediante la creación de un modelo microscópico. Este proyecto se basa en la recopilación de datos en el campo, análisis, estudio y micro simulación con el software VISSIM 6 de la intersección propuesta. Este proyecto obtuvo dos situaciones efectivas como resultados de la investigación, la primera es que se logró la optimización del ciclo del semáforo, con esto se logra una significativa reducción del tiempo; y la segunda situación es donde se decide redistribuir el flujo vehicular en la zona de estudio, esto se obtendrá mediante el cierre de uno de las vías. Además, se concluye que un mayor tiempo en el ciclo de la semaforización no necesariamente garantiza el mejor funcionamiento de la intersección, por el contrario, esto origina un gran congestionamiento en la red vial. Finalmente, la micro simulación de la intersección en un software especializado es muy favorable para lograr un estudio a detalle del funcionamiento de la red vial, así mismo el detalle de la circulación de los vehículos en ella, esto hace que se pueda focalizar los principales problemas de la red y proponer las mejoras que se adecuan a la realidad del proyecto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estudio de Tráfico

Según MUÑOZ, A. (2011). Estudios del Tráfico y Análisis de la Demanda.

Los estudios de tráfico son la herramienta fundamental de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento.

Para efectuar un estudio de esta naturaleza es preciso tener conocimiento sobre el funcionamiento del tráfico rodado sobre las infraestructuras viales que ya son existentes. Para ello se han de realizar medidas sistematizadas sobre las distintas variables que definen el comportamiento de la circulación.

En los estudios de tráfico es usual utilizar distintos tipos de datos, estudios y análisis para efectuar investigaciones que nos conduzcan a conocer los efectos que los diferentes elementos de la vía ejercen sobre la circulación, es decir para determinar si las infraestructuras ejecutadas son acordes y responden a las necesidades de los usuarios.

2.2.2. Medidas del Tráfico

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Las medidas de tráfico ayudan a estimar los problemas de tráfico vehicular en un sistema vial, esto para evaluar y proponer las mejoras para el buen funcionamiento del tráfico vehicular. Se pueden detallar en 03 medidas de tráfico usualmente empleadas en el Estudio de Tráfico:

- 1. Volumen:** Número de vehículos que circulan por un punto determinado de la red vial durante un lapso de tiempo establecido.
- 2. Densidad:** Número de vehículos que se encuentran en movimiento que ocupan un tramo de una vía, en un momento determinado.
- 3. Capacidad:** Máximo número de vehículos que pueden circular por un punto determinado de la red vial durante un tiempo en específico bajo condiciones prevaleciente de la carretera y el tráfico.

2.2.3. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

El volumen de tráfico se define como el número total de vehículos que circulan por un punto o sección transversal durante un período de tiempo determinado. Además, están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, estos lapsos pueden ser un año, un mes, una semana, un día, una hora, inferior a una hora.

- **Tránsito Anual (TA):** Es el número total de vehículos que circulan por un punto determinado durante un año. ($T = 1$ año).
- **Tránsito Mensual (TM):** Es el número total de vehículos que circulan por un punto determinado durante un mes. ($T = 1$ mes).
- **Tránsito Semanal (TS):** Es el número total de vehículos que circulan por un punto determinado durante una semana. ($T = 1$ semana).
- **Tránsito Diario (TD):** Es el número total de vehículos que circulan por un punto determinado durante un día. ($T = 1$ día).
- **Tránsito Horario (TH):** Es el número total de vehículos que circulan por un punto determinado durante una hora. ($T = 1$ hora).
- **Tránsito en un período inferior a una hora (Q_i):** Es el número total de vehículos que circulan por un punto determinado durante un período inferior a una hora. En este caso, $T < 1$ hora y donde i , por lo general, representa el período en minutos.

Citando un ejemplo, Q_{15} es el volumen de tránsito total en 15 minutos.

En todos los casos anteriores, los períodos especificados, un año, un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora, no necesariamente son de orden cronológico.

Por lo tanto, pueden ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas, 60 minutos seguidos y períodos en minutos seguidos inferiores a una hora.

2.2.4. Volúmenes de Tránsito Promedio Diario

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

El volumen de tránsito promedio diario (TPD) es gran importancia, se define como el número total de vehículos que circulan por un punto durante un período determinado. Este período debe estar establecido como días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período determinado. De manera general el volumen de tránsito promedio diario (TPD) se expresa como:

$$\text{TPD} = (N) / (1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}) \quad \text{Ecuación N}^\circ 1$$

- Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

$$\text{TPDA} = \text{TA} / 365 \quad \text{Ecuación N}^\circ 2$$

- Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)

$$\text{TPDM} = \text{TM} / 30 \quad \text{Ecuación N}^\circ 3$$

- Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

$$\text{TPDS} = \text{TS} / 7 \quad \text{Ecuación N}^\circ 4$$

2.2.5. Volúmenes de Tránsito Horario

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes Volúmenes de Tránsito Horarios (VH), estos son dados en vehículos por hora.

2.2.5.1. Volumen Horario Máximo Anual (VHMA):

Es el máximo volumen horario que acontece en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año establecido. Es decir, es la hora en donde ocurre el mayor volumen de las 8,760 horas del año.

2.2.5.2. Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD):

Es el máximo número de vehículos que circulan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se puede registrar durante un día en particular.

2.2.6. Uso de los Volúmenes de Tránsito

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Los volúmenes de tránsito son frecuentemente utilizados en la ingeniería de tránsito en cuanto a los siguientes aspectos:

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vías.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Zonificación de Velocidades.
- Necesidad de dispositivos para el control del tránsito.

Cabe resaltar que dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen los volúmenes de tránsito, estos son utilizados para:

1. Los volúmenes de tránsito anual (TA):

- Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas.
- Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
- Calcular índices de accidentes.
- Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito.

2. Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD):

- Medir la demanda actual en calles y carreteras.
- Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial.
- Definir el sistema arterial de calles.
- Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vialidades o mejorar las existentes.

3. Los volúmenes de tránsito horario (TH):

- Determinar la longitud y magnitud de los períodos de máxima demanda.
- Evaluar deficiencias de capacidad.
- Establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforos y marcas viales; jerarquización de calles, sentidos de circulación y rutas de tránsito; y prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.
- Proyectar y rediseñar geométricamente calles e intersecciones.

4. Las tasas de flujo (q):

- Analizar flujos máximos.
- Analizar variaciones del flujo dentro de las horas de máxima demanda.
- Analizar limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito.
- Analizar las características de los volúmenes máximos.

2.2.7. Características de los Volúmenes de Tránsito

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados dinámicos, por esto es fundamental conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Así mismo, es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional, y su composición.

2.2.7.1. Distribución y Composición del Volumen de Tránsito

Se presenta variaciones de volumen del flujo de tránsito debido a que es máximo hacia el centro en las mañanas y hacia la periferia en las tardes y noches. Esto en cuanto a la distribución direccional en las calles que comunican el centro de una ciudad con la periferia de la misma.

La composición vehicular se mide en términos de porcentajes con respecto al volumen total. Por lo tanto, es importante conocer los porcentajes de automóviles, autobuses, camiones que circulan por la vía establecida.

2.2.7.2. Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección determinada, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo período máximo. En cualquiera de estos casos, es importante conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar la planeación de los controles del tránsito para estos períodos durante el día, tales como prohibición de estacionamientos, prohibición de ciertos movimientos de vuelta y disposición de los tiempos de los semáforos.

Un volumen horario de máxima demanda, no necesariamente representa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Por lo tanto, existen períodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a las de la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda (FHMD), a la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD), y el volumen máximo ($Q_{\text{máx}}$), que se presenta durante un período dado dentro de dicha hora.

$$\mathbf{FHMD} = (\mathbf{VHMD}) / [\mathbf{N(Qmáx)}] \quad \text{Ecuación N° 5}$$

Donde:

N = número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 ó 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máxima demanda es:

$$\mathbf{FHMD15} = (\mathbf{VHMD}) / [\mathbf{4(Q15máx)}] \quad \text{Ecuación N° 6}$$

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora.

2.2.7.3. Variación Horaria del Volumen de Tránsito

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella.

En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de volúmenes de tránsito según sus movimientos direccionales.

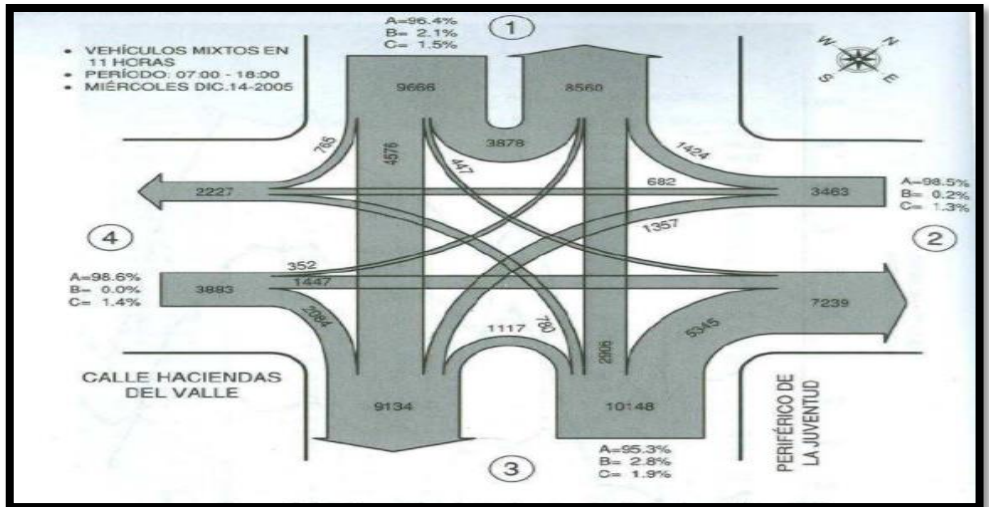


Figura 2: Volúmenes de Tránsito Direccionales en una Intersección Vial

Fuente: CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito

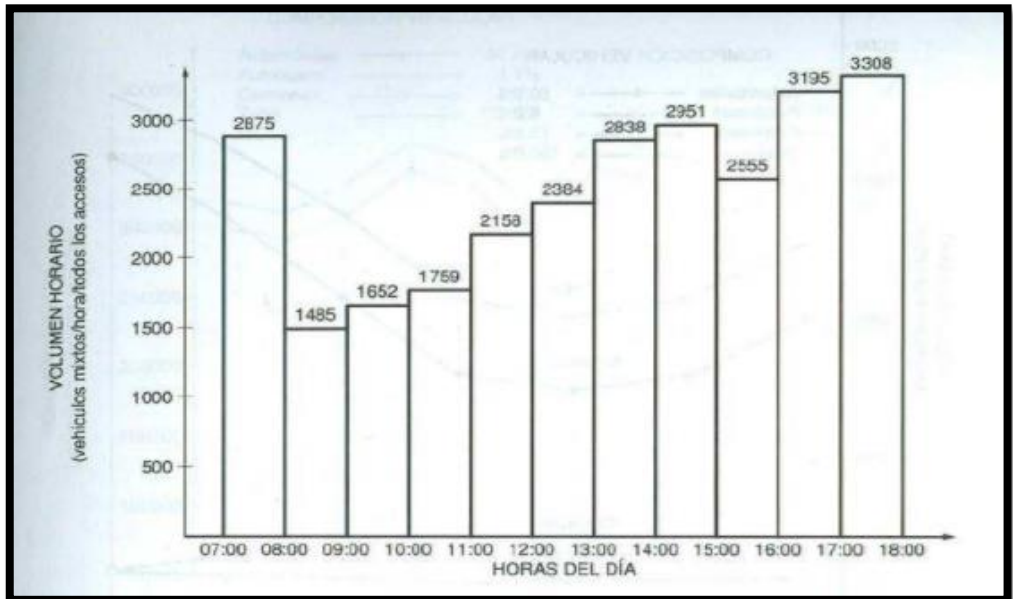


Figura 3: Variación Horaria del Volumen de Tránsito en una Intersección Vial

Fuente: CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito

2.2.8. Estudio de Volúmenes de Tránsito

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos, sobre puntos específicos dentro de una red vial de carreteras o calles. Estos datos se expresan con relación al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios.

Estos estudios varían desde los muy amplios en toda una red o sistema vial, hasta los muy sencillos en lugares específicos como en las intersecciones aisladas. Las razones para llevar a cabo los estudios de volúmenes de tránsito son tan variadas como los lugares mismos donde se realizan.

El tipo de datos recolectados en un estudio de volúmenes de tránsito depende mucho de la aplicación que se le vaya dar a los mismos. Algunos estudios requieren detalles como la composición vehicular y los movimientos direccionales, mientras que otros sólo exigen conocer los volúmenes totales. También, en algunos casos es necesario aforar vehículos únicamente durante períodos cortos de una hora o menos, otras veces el período puede ser de un día, una semana o un mes e inclusive un año.

Existen varias maneras para obtener los recuentos de volúmenes de tránsito, para lo cual se ha generalizado el uso de múltiples aparatos de medición. Estas formas incluyen: los aforos manuales a cargo de personas, los cuales son particularmente útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en intersecciones, los volúmenes por carriles individuales y la composición vehicular.



Figura 4: Aforos Manuales a Cargo de Personas

Fuente: CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito

2.2.9. Análisis del Flujo Vehicular

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y comportamiento del tránsito. Uno de los resultados más útiles del análisis de flujo vehicular es el desarrollo de modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento.

2.2.10. Capacidad Vial

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Para determinar la capacidad de un sistema vial, no solo es necesario conocer sus características físicas y geométricas, sino también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación.

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

La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo establecido, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

Además, el intervalo de tiempo utilizado en la gran mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, esto se debe a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable.

Dependiendo del tipo de infraestructura vial a analizar, se debe establecer un procedimiento para el cálculo de su capacidad.

2.2.10.1. Condiciones Prevalecientes

La capacidad se define para condiciones prevaleciente, que son factores que al variar la modifican, estos se agrupan en tres tipos generales:

1. Condiciones de la Infraestructura Vial

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

2. Condiciones de Tránsito

Esto en cuanto a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, y su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos.

3. Condiciones de Control

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

2.2.11. Nivel de Servicio

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Es una medida cualitativa el cual describe las condiciones de operación de un flujo vehicular. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos que son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito. Además, se distinguen los factores externos en donde se encuentra las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, etc.

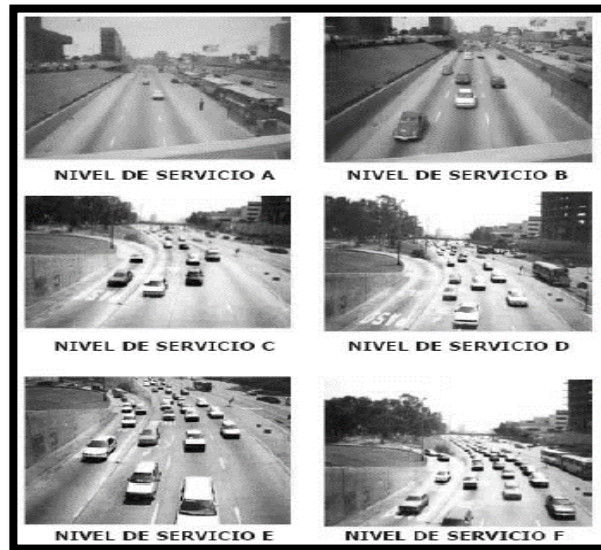


Figura 5: Niveles De Servicio

Fuente: CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito

2.2.12. Criterios de Análisis de Capacidad y Niveles de Servicio

Según CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). Ingeniería de Tránsito.

Los factores externos que afectan el nivel de servicio, como son físicos, pueden ser medidos en una hora establecida. Mientras que los factores internos, por ser variables, deben ser medidos durante el periodo de mayor flujo, como es el factor de la hora de máxima demanda (FHMD).

La capacidad de una infraestructura vial es tan variable como pueden serlo las variables físicas del mismo, o las condiciones de tránsito.

Los elementos usados para medir la capacidad y los niveles de servicio son variables, cuyos valores se obtienen fácilmente de los datos disponibles. Por lo que respecta a la capacidad, se requieren el tipo de infraestructura vial, sus características geométricas, la velocidad media del recorrido, la composición del tránsito y las variaciones del flujo. En cuanto respecta al nivel de servicio, los factores adicionales que se requieren incluyen la densidad, la velocidad media de recorrido, las demoras y la relación flujo a capacidad.

2.2.13. Métodos de Muestreo

Según MONTOYA, G. (2005). Tema 05: Ingeniería de Tránsito

Se detallan distintas modalidades usadas para aforos de tránsito:

- **Aforos Manuales:** Estos son aquellos que registran a vehículos haciendo trazos en un papel o con contadores manuales. Mediante esta modalidad es posible obtener datos que no pueden ser conseguidos por otros procedimientos, como son clasificar a los vehículos por tipo, número de ellos que giran u ocupantes de los mismos. Los recuentos pueden dividirse en 30 minutos e incluso 15 minutos cuando el tránsito es muy denso. Para hacer los recuentos de aforos manuales se deben preparar hojas de campo.
- **Conteos Mecánicos:** Son aquellos que emplean instrumentos para realizar el registro de vehículos, sin que se requiera de personal permanente.

Atendiendo a su movilidad los contadores pueden ser fijos o portátiles. Los fijos se usan para hacer recuentos continuos en ciertos lugares, mientras que los portátiles son más ligeros y se utilizan para hacer recuentos parciales durante periodos de tiempo limitados.

2.2.14. Simulación

Según PÉREZ, R. (2005). Módulo de Simulación Microscópica para la Herramienta Tramos, Integración de Modelos y Animación.

La simulación es una técnica de análisis de sistemas. Las aplicaciones de la simulación se centran en el estudio de los efectos que ocasionan cambios en un sistema real y en el estudio del comportamiento de nuevos sistemas. También se suelen utilizar en el análisis de las variables de control del sistema con el objetivo de establecer los valores óptimos de las mismas.

2.2.15. Simulación de Tráfico

Según PÉREZ, R. (2005). Módulo de Simulación Microscópica para la Herramienta Tramos, Integración de Modelos y Animación.

La simulación de tráfico va adquiriendo un creciente interés debido al incremento de movilidad que sufren las ciudades hoy en día. La realización de simulaciones, y sobre todo con el análisis de sus resultados, permite extraer importantes conclusiones que pueden llevar a un mayor conocimiento de la situación general del tráfico en una ciudad, ofreciendo posibles soluciones a los problemas encontrados.

Esta modelación del tráfico facilita la realización de previsiones sobre la situación del tráfico bajo determinadas condiciones, así mismo conocer cómo podría afectar la realización de ciertas modificaciones en el sistema vial con respecto al tráfico.

2.2.15.1. Tipos de Modelación de Tráfico

Según MOYANO, C. (2014). Aplicación de Herramientas Informáticas para Modelación de Sistemas de Transporte.

Para realizar un análisis operacional de tráfico vehicular se recurre a herramientas básicas que permiten conocer el panorama en el cual se va a trabajar, para ello se han desarrollado modelos dependiendo de la apreciación que se pretende establecer para los diferentes resultados que se necesiten.

- **Modelo Macroscópico:** Estudia el comportamiento de los autos y de sus conductores a gran escala, esto dependiendo de las condiciones del tráfico existente en la red vial. Este análisis microscópico es el más grande que se puede realizar en un estudio de tráfico vehicular.
- **Modelo Mesoscópico:** Para este modelo se pueden crear grupos de vehículos, observando detalladamente que sus características sean similares tales como tamaño del vehículo, velocidad, deseo de viajes, etc. Este segundo análisis mesoscópico se comporta de manera más sintetizada que la anterior, de rango medio para su aplicación en un estudio de tráfico.

En el modelo mesoscópico las restricciones de aceleración y desaceleración no se usan y eso permite pasar de un modelo basado en un paso de

simulación, a un modelo basado en eventos ya que sólo se calculan los tiempos de entrada y salida de la sección.

- **Modelo Microscópico:** Es modelo es el particular con respecto a los otros modelos planteados, trata individualmente a cada de los vehículos, describiendo el comportamiento del flujo de tráfico.

El análisis microscópico es la herramienta más avanzada en el campo de representación de la circulación vehicular que se puede aplicar.

El modelo microscópico está basado en un paso de simulación en el cual se actualizan todos los vehículos de la red. Esta actualización incluye la posición y velocidad de los vehículos.

2.2.16. Microsimulación del Tráfico

Según PÉREZ, R. (2005). Módulo de Simulación Microscópica para la Herramienta Tramos, Integración de Modelos y Animación.

Los modelos de simulación microscópica de tráfico tratan de describir con gran nivel de detalle el comportamiento de los vehículos que circulan a través de la red o punto vial asignado. Para ello, será necesario detallar exhaustivamente tanto el entorno de simulación (escenario que se desea simular), así como el modo de comportamiento de los vehículos en las distintas situaciones.

Entre los distintos softwares que se basan en el estudio de un modelo microscópico se encuentra el software Vissim. Este software nos permite realizar un profundo análisis del funcionamiento del tráfico, además permite predecir los principales problemas que se presenta en la zona a ejecutar el estudio.

2.2.17. Proceso de Microsimulación de Tráfico

Según Boletín AMIVTAC (2011). Vías Terrestres.

El proceso de microsimulación de redes de tránsito se divide, fundamentalmente, en tres etapas:

- La elección de las redes por representar, que se determina con base en el tipo de estudio de tránsito que se va a realizar.
- La construcción y posterior calibración de la red.
- La obtención de algunos indicadores de desempeño y resultados de la red de análisis.

2.2.17.1. Elección de Redes

Los modelos de microsimulación tienen el objetivo de representar la operación vehicular que se da en la realidad en determinada infraestructura vial seleccionada. Una vez que se tiene adecuadamente representada esa realidad, se está en posibilidad de cumplir el objetivo de evaluar cómo se afecta la operación del tránsito ante dos posibles eventos:

- a) el crecimiento de los flujos vehiculares
- b) los cambios en la configuración de la infraestructura vial.

Todo depende del tipo de proyecto que se esté modelando y del objetivo, normalmente se configuran cuatro escenarios de análisis, en los cuales cambian uno o los dos eventos mencionados:

- Flujos vehiculares actuales con la infraestructura actual.
- Flujos vehiculares futuros sin cambios en la infraestructura.

- Flujos vehiculares actuales con cambios en la infraestructura.
- Flujos vehiculares futuros con cambios en la infraestructura.

2.2.17.2. Construcción y Calibración de la Red

Para esta segunda fase de la microsimulación de tráfico es necesario en primer lugar la construcción de la red, esto se refiere a la representación gráfica de las características físicas y condiciones operativas de la red en estudio; y en segundo lugar se encuentra la calibración, este el proceso de diseño y ajuste de las condiciones modeladas a las condiciones reales; este proceso se lleva a cabo en función de la información de campo que se ha recolectado.

Normalmente, los modelos de microsimulación se han estructurado con parámetros propios del entorno geográfico en el cual se desarrolló el modelo. Por esta razón, los parámetros se asumen como válidos siempre y cuando la información de las características del tránsito (flujos vehiculares, longitud de cola, flujos de saturación, tiempos de atención, velocidades de recorrido, etc.) sean lo suficientemente representativas.

Esta segunda fase se divide en tres áreas de la siguiente manera:

- **Diseño y revisión de la red vial:** Se refiere a los estudios realizados para conocer la geometría de la zona representada, también implica obtener información a detalle del funcionamiento de la malla vial, en cuestión de sentidos de circulación y movimientos vehiculares.

- **Diseño y revisión de los elementos de control:** En esta área se hace referencia a contar con inventarios de los tipos de semáforos en la zona a estudiar y sus tiempos por fases, velocidades de operación en horas pico y a flujo libre; también es de consideración la señalización horizontal y vertical de la zona.
- **Diseño y revisión de flujos y trayectorias:** Para realizar esta etapa se deben tener aforos direccionales y de flujo con sus distintas composiciones vehiculares, y en ocasiones de mayor detalle, la definición de las trayectorias de los flujos vehiculares.

2.2.17.3. Indicadores de desempeño y resultados de la red

Los softwares de microsimulación permiten observar a través del movimiento, la operación del tránsito que se está analizando; es por este motivo que se constituyen en herramientas de validación de las propuestas de solución diseñadas. Adicionalmente es necesario establecer si los indicadores de desempeño del tránsito igualmente mejoran con las propuestas de solución.

Los indicadores que más comúnmente se evalúan son: demoras, niveles de servicio tanto en nodos como en enlaces, tiempos de viaje, longitudes de colas y velocidades de operación.

2.2.18. Vissim, Software de Microsimulación de Tráfico

Según PTV VISION (2012). Vissim 5.40 – Manual de Usuario.

Es un programa que analiza la operación del transporte privado y público bajo las condiciones como son configuración de carriles, composición vehicular, semáforos, paradas, etc., capitalizándose así en una herramienta útil para la evaluación de múltiples alternativas basadas en ingeniería de transporte y planeación de indicadores de desempeño. Además, los flujos peatonales pueden ser modelados, de forma exclusiva o combinados con el transporte público y/o privado. VISSIM puede ser aplicado como una herramienta útil en una variedad de configuraciones del problema de transporte, enfocado principalmente la solución del problema de congestamiento vehicular.

El paquete de simulación con VISSIM consiste internamente de dos partes diferentes; en primer lugar, el intercambio de llamadas de detector y, en segundo lugar, el estado de la señal a través de una interfaz. La simulación genera una visualización en línea de la operación del tráfico y fuera de línea, genera archivos de salida de recopilación de datos estadísticos tales como tiempos de viaje y longitudes de cola.

El simulador de tráfico Vissim es un modelo de simulación microscópica de tráfico que incluye lógicas de seguimiento de vehículo y cambio de carril. El generador de estado de señal es un software de control de señal que suministra la información de detector del simulador de tráfico en una base de paso de tiempo discreto. Éste determina entonces el estado de la señal para el siguiente paso de tiempo y retorna esta información a el simulador de tráfico.

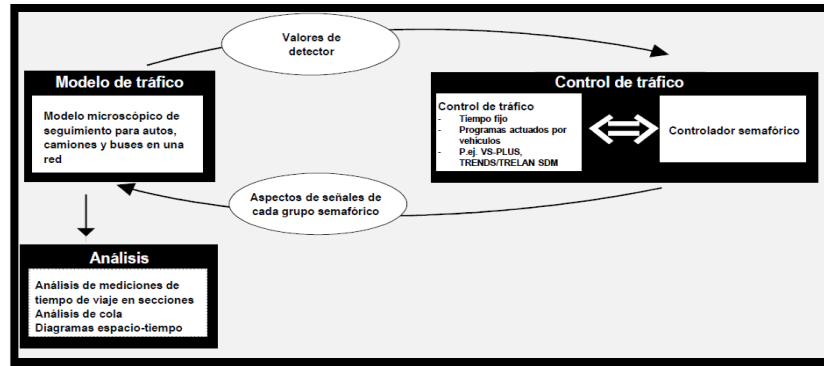


Figura 6: Comunicación entre el Simulador de Tráfico y el Generador de Estado de Señal

Fuente: PTV VISION (2012). Vissim 5.40 – Manual de usuario

2.2.19. Principios de Simulación en Vissim

Según PTV VISION (2012). Vissim 5.40 – Manual de Usuario.

VISSIM simula el tráfico mediante el movimiento de "unidades-vehículo-conductor" a lo largo de una red vial. Cada conductor con sus características específicas de comportamiento es asignado a un vehículo específico. Como consecuencia, el comportamiento de conducción corresponde a las capacidades técnicas de su vehículo.

El software Vissim emplea la lógica de seguimiento de vehículo desarrollado por Wiedemann (1974), la precisión de un modelo de simulación de tráfico depende principalmente de la calidad de modelación vehicular como es la metodología de movimiento de los vehículos a través de la red.

La idea básica del modelo de Wiedemann es la suposición de que un conductor puede estar en uno de los cuatro modos de conducción, se detallan a continuación:

- **Conducción libre:** En este modo el conductor busca alcanzar y mantener una cierta velocidad, su velocidad individual deseada. En realidad, la velocidad en conducción libre no puede ser mantenida constante, pero oscila en torno a la velocidad deseada debido al control imperfecto del acelerador.
- **Aproximación:** el proceso de adaptación de la velocidad propia del conductor a la velocidad inferior de un vehículo precedente. Durante la aproximación, un conductor aplica una desaceleración tal que la diferencia de velocidad de los dos vehículos tiende a cero en el momento que él alcanza su distancia de seguridad deseada.
- **Seguimiento:** el conductor sigue al vehículo precedente sin una aceleración o desaceleración consiente. Éste mantiene la distancia de seguridad más o menos constante, pero de nuevo, debido al control imperfecto del acelerador y la estimación imperfecta, la diferencia de velocidades oscila en torno a cero.
- **Frenado:** la aplicación de una tasa de desaceleración media a alta si la distancia cae por debajo de la distancia de seguridad deseada. Esto puede pasar si el vehículo precedente cambia la velocidad abruptamente, si un tercer vehículo cambia de carril en frente del conductor observado.

2.2.20. Dispositivos para el Control de Tránsito

Según MONTOYA, G. (2005). Tema 05: Ingeniería de Tránsito

Los dispositivos de control de tránsito advierten a los usuarios de los caminos, de las reglas de operación, con el objetivo de guiarlos hacia una operación segura, uniforme y eficiente de todos los elementos que componen el tránsito.

Los cinco requerimientos básicos que debe cumplir un dispositivo de control de tránsito para ser efectivo son:

- a. Llenar una necesidad.
- b. Ser visible y llamar la atención.
- c. Transmitir un significado simple y claro.
- d. Debe infundir respeto a los usuarios de los caminos.
- e. Dar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada.

Para cumplir los requerimientos anteriores un dispositivo de control de tránsito deberá cumplir requisitos de: diseño; ubicación y operación; mantenimiento; y uniformidad.

La ubicación de un dispositivo de control de tránsito debe de encontrarse dentro del campo visual del usuario para lograr una mejor comprensión. El dispositivo debe estar apropiadamente colocado con respecto a la localización, objetivo o situación para la que se aplica. La ubicación y legibilidad de los dispositivos de control de tránsito debe ser tal que den el tiempo suficiente para la respuesta del usuario tanto de día como de noche.

2.3. Definiciones de Términos Básicos

- **Tránsito:**

Acción de circular, de pasar de un sitio a otro ya sea a pie o conduciendo un vehículo, por calles u otros caminos, aunque también puede referirse a la circulación que se produce en el interior de viviendas para desplazarse de un cuarto a otro.

1. Composición del Tránsito:

Relación porcentual entre el volumen de tránsito de los diferentes tipos de vehículos, esto se expresa en función del volumen del tránsito total.

2. Tráfico:

Es el fenómeno causado por la congestión vehicular en una vía o intersección.

Además, el tráfico en cuanto a la circulación de vehículos, se usa para definir la cantidad de vehículos que existe, en determinado marco de tiempo, en vías utilizadas para cualquier medio de transporte. El tráfico se asocia al embotellamiento, que se define como el impedimento en el movimiento por causa de la congestión vehicular.

3. Control del Tráfico:

Implica la organización de la circulación vehicular y peatonal alrededor de una zona de obras viales o accidentes, asegurando la seguridad de los equipos operativos involucrados y del público. También refiere al uso de circuitos cerrados de televisión y otros medios de monitorear el tráfico para manejar el flujo de tránsito proveyendo en caso necesario advertencias sobre congestiones u otros inconvenientes.

4. Volumen en Hora de Máxima Demanda:

Es la cantidad de vehículos que circulan sobre una sección de vía durante 60 minutos consecutivos.

5. Factor de la Hora de Máxima Demanda:

Es la relación del volumen de la hora de máxima demanda a la tasa de volumen máxima dentro de la hora pico.

6. Densidad:

Está definida como la cantidad de vehículos ocupando un tramo de vía en un momento dado.

7. Tránsito Horario (TH):

Esta expresado en el número de vehículos que pasan durante una hora por un punto designado.

8. Intersección Vial:

Es un elemento de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Esta infraestructura vial permite a los usuarios el intercambio entre caminos.

9. Simulación:

Proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos para el funcionamiento del sistema.

10. Simulador de Tráfico:

Es una herramienta tecnológica que permite ejecutar simulaciones de tráfico, y sobre todo con el análisis de sus resultados, permite obtener importantes conclusiones que llevan a un mayor conocimiento de la situación general del tráfico actual en una ciudad, ofreciendo posibles soluciones a los problemas encontrados.

11. Simulador VISSIM:

Es un modelo de simulación microscópica que permite simular la situación del tráfico a la perfección, tanto la comparación de operar con distintos tipos de intersecciones como el análisis de implementar medidas de prioridad al transporte público.

12. Congestión Vehicular:

La congestión vehicular se refiere tanto urbana como interurbano, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atascamientos.

13. Soluciones Viales:

Son adaptaciones y medidas aplicadas en el ámbito del tránsito, estas buscan mejoras y solución a los problemas cotidianos de tránsito que se presenta en una ciudad. Con la aplicación de soluciones viales se mejora la operatividad en las redes viales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Material

3.1.1. Población

Los vehículos que transitan por el anillo vial en Trujillo Metropolitano.

3.1.2. Muestra

Los diferentes tipos vehículos que transitan por la intersección vial de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren.

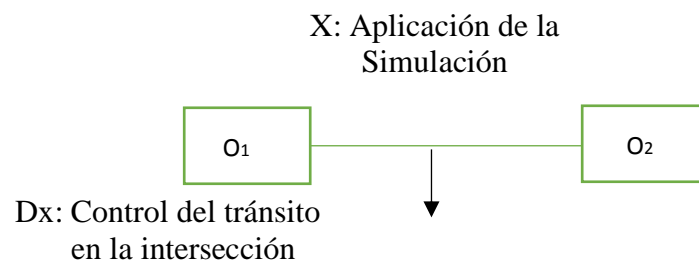
3.2. Método

3.2.1. Tipo de Investigación

- Investigación Experimental: Cuasi-Experimental.

3.2.2. Diseño de Investigación

Se aplicará el diseño lineal de un solo grupo con observación antes y después de aplicada la simulación. Es un diseño CUASIEXPERIMENTAL, con el siguiente esquema:



- : Grupo de elementos o unidades de Análisis.
- O₁ : Observación de las Unidades de Análisis antes de la Intervención.
- X : Intervención (V. Independiente).
- O₂ : Observación de las Unidades de Análisis después de la Intervención.

3.2.3. Variables y Operacionalización de Variables (Dimensiones e Indicadores)

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDICION	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
SIMULACIÓN Y APLICACIÓN DEL SOFTWARE VISSIM	longitud del tramo de la vía	m	PROGRAMA VISSIM
	señalización vertical y horizontal	und	
	semaforización	und	

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDICION	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
CONTROL DE TRÁFICO	volumen de tránsito	veh/hr	REGISTRO DE CAMPO PARA ESTUDIO DE TRÁFICO
	densidad de tránsito	veh/km	
	flujo en hora pico	veh/hr	
	tiempo de demora	veh/min	

3.2.4. Instrumentos de recolección de datos

Para esta tesis se empleará dos técnicas de recolección de datos, estas son:

1. Se realizará la técnica de Observación mediante el instrumento de hoja de registro, que servirá para obtener los datos en campo de aforo vehicular, así mismo se realizará la medición del diseño geométrico de la intersección vial seleccionada para la tesis. Estos registros de campo son fundamentales ya que serán parte de los datos de entrada para el estudio de tráfico y posterior simulación en el software Vissim.
2. Los datos obtenidos en campo serán procesados mediante análisis estadístico con la herramienta tecnológica EXCEL, en el cual se plasmará cuadros de registro de conteo vehicular en la intersección seleccionada, con esto se obtendrá el tráfico actual y los distintos volúmenes de máxima demanda en horas pico. Todos estos resultados se presentarán en cuadros y gráficas de la variación del tráfico con el transcurrir de las horas.
3. Además, se presentarán los resultados obtenidos de la simulación matemática con el software Vissim con cuadros del estudio de tráfico obtenido para la intersección evaluada. La solución vial planteada será simulada matemáticamente también con el software Vissim, una vez obtenidos los resultados se presentarán con cuadros estadísticos, para la posterior discusión de resultados.

3.2.5. Procedimiento y análisis de datos

Esta investigación tesis para su elaboración empleará el siguiente procedimiento para su desarrollo:

- Elegir la intersección vial a estudiar de acuerdo a la problemática que se quiere resolver. Para esto se necesitó de una base de datos que es proporcionada por la Subgerencia de Transporte y Seguridad Vial y, Transporte Metropolitano de Trujillo ambas entidades de la Municipalidad Distrital de Trujillo, donde se puede observar cuales son las intersecciones con mayor flujo vehicular y problemas de congestionamiento.
- Para la recolección de datos se debe tener en consideración que la intersección a evaluar debe tener accesibilidad para facilitar la toma de datos como son el levantamiento topográfico, medición de la geometría de las vías, la grabación de la transitabilidad de los autos para apoyo en nuestra toma de datos, etc.
- Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se realiza la toma de datos que se requieren ser evaluadas como es el aforo de vehículos, tiempo de espera, tiempo de semáforo, geometría de la intersección, la velocidad promedio de viajes, entre otras cosas. Con esto se podrá obtener un inventario vial de la intersección, ya que estos serán parte de los datos de entrada al software Vissim.
- Se desarrollará la micro simulación empleando el software Vissim, para esto se debe geolocalizar la intersección vial a estudiar y construir el modelo microscópico mediante el software Vissim.
- Se realizará la verificación del modelo, esto en cuanto a realizar una revisión exhaustiva de los datos de entrada y revisar el modelo realizado.

- Se ejecutará la calibración del modelo, que consiste en ajustar los resultados obtenidos con los datos de campo y con Vissim. Esto se realizará mediante estudios estadísticos.
- Se realizará la validación del modelo, esto en cuanto a evaluar el modelo escogido empleando datos de entrada diferente a los originales, esto para verificar que el modelo escogido arroje resultados similares al de campo.
- Luego se procederá al análisis del proyecto, que consiste en evaluar los resultados obtenidos al aplicar la simulación del control de tráfico con el software Vissim. Con esto se pretende proponer una solución vial que mejoren la situación actual de la intersección escogida para el proyecto.
- Por último, se obtendrá toda la información necesaria en cuanto a la solución vial, para que estas puedan ser propuestas como mejoras a la problemática de tráfico de la intersección vial seleccionada para el proyecto.

3.2.6. Técnica de Análisis de datos

Se realizará el análisis de información de la información mediante el desarrollo de la simulación con el software Vissim, el cual hará uso del registro de datos en campo.

3.2.6.1. Análisis Estadístico

3.2.6.2. Recolección y procesamiento de datos

Los datos serán recolectados en hojas de registro; elaborados por el autor en base a los objetivos propuestos y serán procesados empleando el software Vissim, previa elaboración de la base de datos en el programa EXCEL.

3.2.6.3. Estadística Analítica o Inferencial

Para determinar que la aplicación del sistema de simulación basado en el programa Vissim mejoro el control de tránsito en la intersección de las Avenidas Cesar Vallejo con José María Euguren, se aplicara la prueba t-student para diferencias de promedios de densidad vehicular por hora. Si $p < 0.05$, existirá diferencia significativa, esperando sea favorable a la hipótesis propuesta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

3.1. RESUMEN DE DATOS TOMADOS EN CAMPO

3.1.1. Conteo Manual de Vehículos:

Para ejecutar dicho conteo se hizo uso de hojas de conteo vehicular para estudio de tráfico obtenido del TMT. En estas hojas se especifica los tipos de vehículo y el conteo se elaborada cada cierto periodo de tiempo, que es de 15 minutos.

A continuación, En la Figura 7, se hace la representación de la intersección a evaluar asignándoles una numeración a cada carril para poder obtener un mejor orden en nuestros resultados.

En la Tabla 1,2 y 3 se hace representación de los promedios obtenidos en el conteo vehicular cada 15 min. en las horas pico en la intersección en un día laboral, en la Tabla 4,5 y 6 se expresa los promedios obtenidos del conteo vehicular cada 15 min. en las horas picos durante un fin de semana.

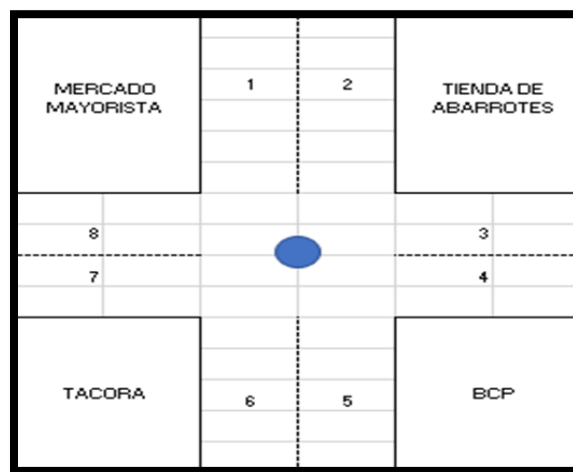


FIGURA 7: Asignación de Orden de Carriles en la Intersección

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 1: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la mañana en Días Laborales

CARRIL	CONTEO TOTAL C/ 15'							
	7:00 - 7:15	7:15-7:30	7:30-7:45	7:45-8:00	8:00-8:15	8:15-8:30	8:30-8:45	8:45-9:00
1	48	47	65	56	62	58	72	53
2	29	77	70	66	72	60	81	75
3	139	100	101	142	131	99	131	111
4	57	115	127	129	126	141	151	121
5	43	60	84	76	86	85	86	101
6	26	49	69	59	78	68	74	80
7	54	108	110	113	114	115	116	112
8	54	90	84	108	112	95	104	104

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 2: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta Medio Día en Días Laborales

CARRIL	CONTEO TOTAL C/ 15'							
	12:00-12:15	12:15-12:30	12:30-12:45	12:45-1:00	1:00-1:15	1:15-1:30	1:30-1:45	1:45-2:00
1	47	59	46	54	65	56	45	45
2	76	100	49	84	78	83	92	80
3	108	143	98	130	82	127	75	84
4	85	107	120	97	99	92	56	66
5	85	116	63	111	108	106	89	77
6	50	57	91	74	74	73	43	45
7	88	99	126	87	92	89	79	73
8	66	82	103	81	67	89	85	82

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 3: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Tarde en
Días Laborales**

CARRIL	CONTEO TOTAL C/ 15'							
	5:00-5:15	5:15-5:30	5:30-5:45	5:45-6:00	6:00-6:15	6:15-6:30	6:30-6:45	6:45-7:00
1	46	55	56	74	68	50	57	65
2	49	55	60	71	81	68	84	93
3	46	57	65	68	91	100	87	111
4	78	86	97	99	101	87	106	113
5	57	76	76	105	98	77	82	107
6	37	47	61	80	55	47	61	59
7	65	67	82	70	75	67	75	89
8	55	56	70	65	82	81	65	98

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 4: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Mañana por
Fin de Semana**

CARRIL	CONTEO TOTAL C/ 15'							
	7:00-7:15	7:15-7:30	7:30-7:45	7:45-8:00	8:00-8:15	8:15-8:30	8:30-8:45	8:45-9:00
1	46	63	40	41	72	60	63	69
2	37	34	73	53	61	68	63	73
3	73	76	106	130	124	109	105	90
4	74	92	109	125	128	126	140	119
5	51	72	87	80	102	96	105	118
6	43	58	71	41	72	68	78	71
7	91	118	128	71	114	90	132	92
8	79	86	56	97	108	89	79	71

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por Medio día en Fin de Semana

CARRIL	CONTEO TOTAL C/ 15'							
	12:00-12:15	12:15-12:30	12:30-12:45	12:45-1:00	1:00-1:15	1:15-1:30	1:30-1:45	1:45-2:00
1	21	30	23	30	33	38	55	50
2	22	27	32	30	32	35	47	45
3	64	72	80	93	94	103	78	97
4	65	77	87	76	88	91	109	83
5	61	66	70	77	87	93	84	88
6	34	35	40	40	55	37	36	65
7	44	45	54	56	54	62	92	64
8	35	48	40	43	37	60	66	81

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 6: Promedio de Conteo Vehicular cada 15 min. en Hora punta por la Tarde en Fin de Semana

CARRIL	CONTEO TOTAL C/ 15'							
	5:00-5:15	5:15-5:30	5:30-5:45	5:45-6:00	6:00-6:15	6:15-6:30	6:30-6:45	6:45-7:00
1	37	36	54	46	55	47	34	38
2	49	59	71	73	59	78	68	56
3	78	94	101	70	82	114	83	77
4	58	76	54	85	95	124	89	86
5	56	59	38	73	86	89	71	60
6	47	45	36	63	63	60	53	38
7	48	58	43	67	67	98	71	64
8	57	67	88	93	60	84	70	63

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Cálculo de Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) Actual:

El cálculo de Volumen Horario de Máxima Demanda ha sido calculado con el volumen obtenido diario. En la tabla 7, observamos el VHMD obtenido por carril dentro de las horas pico en días laborables y en la Tabla 8 tenemos los diferentes VHMD obtenido por carril dentro de las horas pico en fin de semana.

TABLA 7: VMHD por carril en Horas Pico en Días laborales

DIAS LABORALES						
VHMD						
	7:00 - 8:00 A.M.	8:00 - 9:00 A.M.	12:00 - 1:00 P.M.	1:00 - 2:00 P.M.	5:00 - 6:00 P.M.	6:00 - 7:00 P.M.
CARRIL 1	216	245	206	211	231	240
CARRIL 2	242	288	309	333	235	326
CARRIL 3	482	472	505	372	236	389
CARRIL 4	428	539	409	313	360	407
CARRIL 5	263	358	376	380	314	362
CARRIL 6	204	253	271	235	225	222
CARRIL 7	385	457	400	333	284	306
CARRIL 8	336	415	332	323	246	326

Fuente: Elaboración Propia

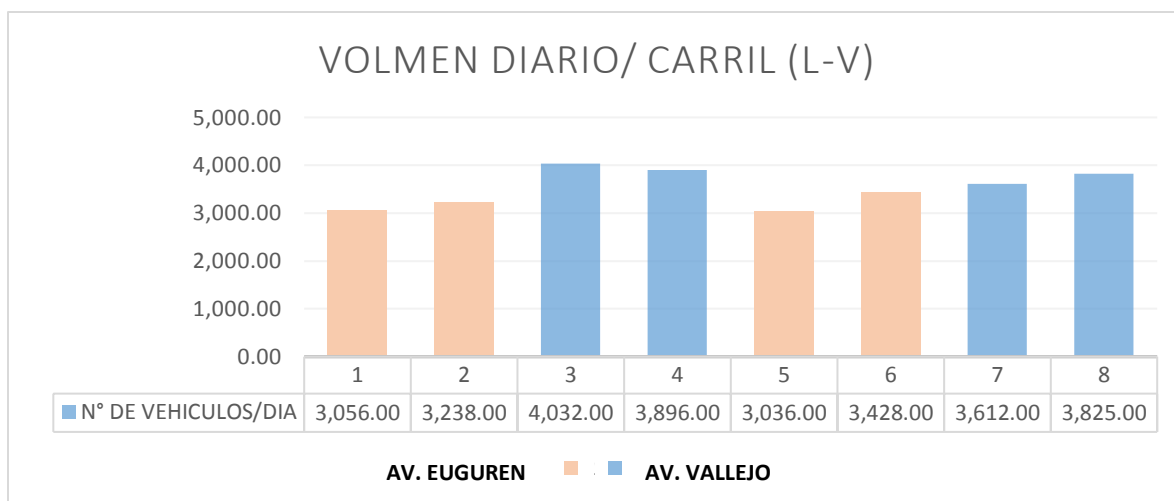
TABLA 8: VMHD por carril en Horas Pico en Fin de Semana

FIN DE SEMANA						
VHMD						
	7:00 - 8:00 A.M.	8:00 - 9:00 A.M.	12:00 - 1:00 P.M.	1:00 - 2:00 P.M.	5:00 - 6:00 P.M.	6:00 - 7:00 P.M.
CARRIL 1	190	264	96	162	173	174
CARRIL 2	197	265	111	159	252	261
CARRIL 3	385	428	259	306	343	356
CARRIL 4	400	513	305	371	273	394
CARRIL 5	289	418	274	352	226	306
CARRIL 6	213	284	151	194	191	214
CARRIL 7	401	424	199	272	216	300
CARRIL 8	318	347	166	237	303	273

Fuente: Elaboración Propia

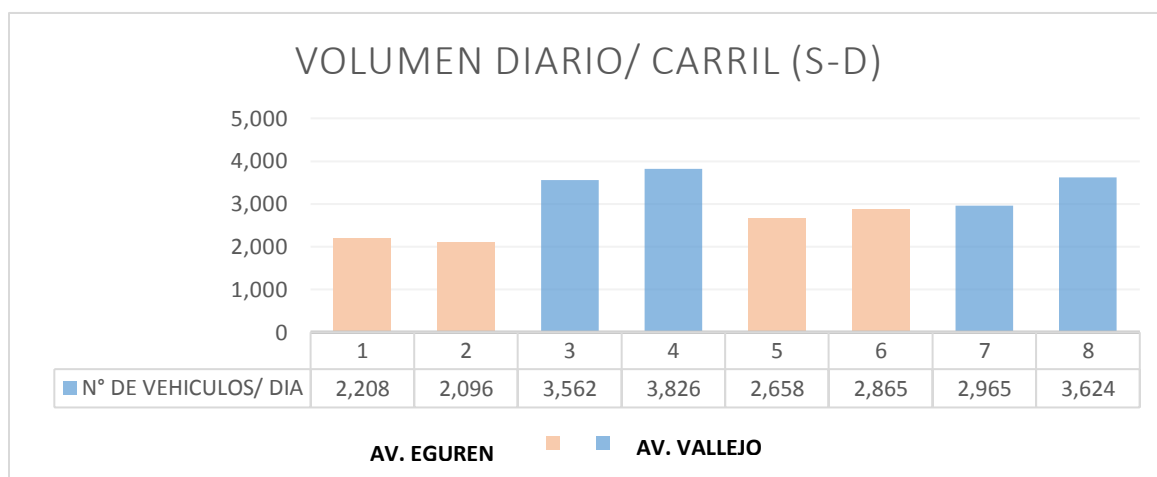
3.1.3. Cálculo de Índice Medio Diario Anual por Carril (IMDA) Actual:

Para dicho cálculo como primer paso se requiere obtener los Volumen diario de los siete días de la semana, de acuerdo a los datos tomados en campo obtenemos los siguientes resultados diferentes, la Gráfica 1 consta de los días laborales (L-V) y la Gráfica 2 del volumen diario del fin de semana (S-D).



Gráfica 1: Volumen Diario Semanal en días Laborales

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 2: Volumen Diario Semanal en Fin de Semana

Fuente: Elaboración Propia

Luego de obtener los resultados de Volúmenes Semanales, calculamos mediante las diferentes fórmulas dadas por la norma, el IMDA. En la Tabla 9, se muestran el cálculo por parte del IMDA de acuerdo a las diferentes avenidas.

Tabla 9: IMDA de la Av. Euguren y la Av. Cesar Vallejo

AV.	VOLUMEN VEHICULAR			IMDS	F. DE CORRECCIÓN	IMDA	IMDA
	L-V	FDS	SEMANAL				
EGUREN	11040	6112	17152	2,450.29	1.1	2,227.53	2,423.73
EGUREN	10480	6476	16956	2,422.29	1.1	2,202.08	
EGUREN	13290	6072	19362	2,766.00	1.1	2,514.55	
EGUREN	14325	6856	21181	3,025.86	1.1	2,750.78	
VALLEJO	17810	8064	25874	3,696.29	1.1	3,360.26	3,266.72
VALLEJO	19130	7792	26922	3,846.00	1.1	3,496.36	
VALLEJO	14825	7224	22049	3,149.86	1.1	2,863.51	
VALLEJO	18120	7650	25770	3,681.43	1.1	3,346.75	

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.4. Cálculo de Nivel de Servicio por Carril Actual:

Para realizar el Cálculo de Nivel de Servicio se realizaron fórmulas dadas por el manual de carreteras, teniendo en cuenta diferentes parámetros. En la Tabla 10 vamos a observar los diferentes niveles de servicio obtenidas por los diferentes carriles que conforman la intersección.

Tabla 10: Niveles de Diseño por carril calculada.

CARRIL	NIVEL DE SERVICIO	V/C
1	C	0.33
2	D	0.4
3	E	0.71
4	F	0.84
5	D	0.51
6	D	0.43
7	E	0.57
8	E	0.62

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. DATOS OBTENIDOS EN EL SIMULADOR VISSIM DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

Se hace la presentación de los Datos que nos da el simulador VISSIM después de haber ingresado los datos tomados en campo, mostrados anteriormente. Esto nos permite ver cómo se encuentra actualmente la intersección a estudiar con respecto al tráfico.

Tabla 11: Datos de Simulación en Estado Actual

SIMRUN	TIME INTERVAL	MOVEMENT FROM LINK	MOVEMENT TO LINK	DURACIÓN PROMEDIO DE LA COLA	DURACIÓN MÁXIMA DE LA COLA	NUMERO DE VEHICULOS (ALL)	AUTO (10)	CAMIÓN (20)	CAMIONETA (70)	TAXI (80)	MICROBUS (90)	COMBI PÚBLICA (100)	VALOR NIVEL DE SERVICIO (ALL)	NIVEL DE SERVICIO (ALL)	RETRASO DEL VEHÍCULO PROMEDIO(ALL)	RETRASO DEL VEHÍCULO (10)	RETRASO DEL VEHÍCULO (20)
1	0-600	Av. Euguren 1	Av. Euguren 2	26.1	69.56	0	0	0	0	0	0	0					
1	0-600	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	26.1	69.56	16	8	7	8	8	1	8	3	LOS_D	78.51	95.25	54.61
1	0-600	Av. Euguren 1	Av. Vallejo 8	26.1	69.56	0	0	0	0	0	0	0					
1	0-600	Av. Vallejo 3	Av. Euguren 2	97.83	125.66	4	3	1	3	3	0	3	4	LOS_F	282.08	263.27	338.52
1	0-600	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	97.83	125.66	25	7	18	7	7	0	7	5	LOS_F	170.05	220.23	150.54
1	0-600	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	62.36	97.03	15	10	4	10	10	1	10	3	LOS_D	227.64	252.1	152.19
1	0-600	Av. Euguren 5	Av. Vallejo 4	62.36	97.03	1	0	0	0	0	1	0	3	LOS_D	261.67		
1	0-600	Av. Euguren 5	Av. Euguren 6	62.36	97.03	0	0	0	0	0	0	0					
1	0-600	Av. Euguren 5	Av. Vallejo 8	62.36	97.03	0	0	0	0	0	0	0					
1	0-600	Av. Vallejo 7	Av. Euguren 2	99.03	153.75	1	0	0	0	0	1	0	3	LOS_E	279.68		
1	0-600	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	99.03	153.75	35	13	18	13	13	4	13	4	LOS_F	135.74	146.03	119.68
1	0-600	Av. Vallejo 7	Av. Euguren 6	99.03	153.75	0	0	0	0	0	0	0					
1	0-600			71.33	153.75	97	41	48	41	41	8	41	4	LOS_E	158.17	183.24	129.03

RETRASO DEL VEHÍCULO (70)	RETRASO DEL VEHÍCULO (80)	RETRASO DEL VEHÍCULO (90)	RETRASO DEL VEHÍCULO (100)	TIEMPO DEMORA DE PARADA PROMEDIO(ALL)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (10)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (20)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (70)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (80)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (90)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (100)	PARADAS PROMEDIO(ALL)	PARADAS POR VEHICULO (10)	PARADAS POR VEHICULO (20)	PARADAS POR VEHICULO (70)	PARADAS POR VEHICULO (80)	PARADAS POR VEHICULO (90)	PARADAS POR VEHICULO (100)
95.25	95.25	111.94	95.25	70.65	86.82	50.86	86.82	86.82	79.82	86.82	6	9.63	2.14	9.63	9.63	4	9.63
263.27	263.27		263.27	224.02	210.38	264.93	210.38	210.38		210.38	9	8.67	10	8.67	8.67		8.67
220.23	220.23		220.23	130.73	171.55	114.86	171.55	171.55		171.55	9.56	9	9.78	9	9		9
252.1	252.1	284.79	252.1	201.19	225.82	135.01	225.82	225.82	219.71	225.82	11.2	11.3	11.75	11.3	11.3	8	11.3
		261.67		216.61					216.61		7						7
		279.68		196.86					196.86		16						16
146.03	146.03	174.5	146.03	93.06	103.22	80.49	103.22	103.22	116.56	103.22	9.63	11.92	8	11.92	11.92	9.5	11.92
183.24	183.24	204.51	183.24	123.54	149.43	97.44	149.43	149.43	147.4	149.43	9.27	10.59	8.17	10.59	10.59	9.13	10.59

Fuente: Elaboración Propia

3.3. DATOS OBTENIDOS EN EL SIMULADOR VISSIM DE LA PROPUESTA REALIZADA:

Después de analizar los resultados de la simulación actual, se hizo una propuesta de manera que obtengamos un mejor nivel de servicio, disminuyamos la cola de espera con el fin de permitir una buena calidad de servicio para los conductores y peatones de la zona. La propuesta consta en elaborar una geometría mucho más simétrica de la Av. César Vallejo, para obtener mayor fluidez del transporte; colocar parantes de cierre de concreto de manera vertical con una altura de 1.20 m y un diámetro de 15 cm, para evitar el comercio ambulatorio en los alrededores de las avenidas ya que estos ocupan gran parte de los carriles, y también el paso de los peatones hacia el pavimento en zonas restringidas. Esta mejora también contempla adicionar 04 paraderos correctamente distribuidos en la Av. César Vallejo, esta vendría a ser la avenida con mayor congestión vehicular lo cual nos ayudará en el orden y la fluidez de los peatones en dicha zona. Se debe tener en cuenta que al colocar dichos paraderos se deben ubicar en zonas estratégicas y que estén en concordancia de la semaforización existente. Por último, colocación de señalización horizontal en todos los carriles de la intersección y, señalización horizontal con prohibiciones de giros en “U” y giros a la izquierda, que actualmente están permitidos y provocan el gran congestión vehicular en la zona.

Tabla 12: Datos De Simulación Situación de Proyecto Mejora de Geometría

SIMRUN	TIME INTERVAL	MOVEMENT FROM LINK	MOVEMENT TO LINK	DURACIÓN PROMEDIO DE LA COLA	DURACIÓN MÁXIMA DE LA COLA	NUMERO DE VEHICULOS (ALL)	AUTO (10)	CAMIÓN (20)	CAMIONETA (70)	TAXI (80)	MICROBUS (90)	COMBI PÚBLICA (100)	VALOR NIVEL DE SERVICIO (ALL)	NIVEL DE SERVICIO (ALL)	RETRASO DEL VEHÍCULO PROMEDIO(ALL)	RETRASO DEL VEHÍCULO (10)	RETRASO DEL VEHÍCULO (20)	RETRASO DEL VEHÍCULO (70)
1	0-600	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	6.99	28.46	24	0	0	1	1	8	14	3	LOS_C	32.64			3.99
1	0-600	Av. Euguren 1	Av. Vallejo 8	2.24	17.45	3	0	0	0	2	1	0	1	LOS_A	0.10			
1	0-600	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	5.59	46.65	32	0	0	0	5	10	17	3	LOS_C	33.74			
1	0-600	Av. Euguren 5	Av. Vallejo 4	5.59	46.65	3	0	0	0	1	2	0	2	LOS_B	15.19			
1	0-600	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	7.33	42.49	61	0	1	1	8	28	23	2	LOS_B	16.52		12.60	46.19
1	0-600	Av. Vallejo 7	Av. Euguren 6	7.33	42.49	4	0	0	0	2	2	0	1	LOS_A	0.00			
1	0-600	Av. Vallejo 3	Av. Euguren 2	8.34	54.30	6	0	0	0	4	0	2	2	LOS_B	12.20			
1	0-600	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	8.34	54.30	56	0	0	0	8	33	15	2	LOS_B	12.58			
1	0-600			5.08	54.30	189	0	1	2	31	84	71	2	LOS_B	19.54		12.60	25.09

RETRASO DEL VEHÍCULO (80)	RETRASO DEL VEHÍCULO (90)	RETRASO DEL VEHÍCULO (100)	TIEMPO DEMORA DE PARADA PROMEDIO(ALL)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (10)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (20)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (70)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (80)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (90)	TIEMPO DEMORA DE PARADA (100)	PARADAS PROMEDIO(ALL)	PARADAS POR VEHICULO (10)	PARADAS POR VEHICULO (20)	PARADAS POR VEHICULO (70)	PARADAS POR VEHICULO (80)	PARADAS POR VEHICULO (90)	PARADAS POR VEHICULO (100)
0.00	44.38	30.30	26.00			0.00	0.00	35.44	24.33	0.75			0.00	0.00	1.00	0.71
0.15	0.00		0.00				0.00	0.00		0.00				0.00	0.00	
17.66	37.00	36.55	25.45				13.29	26.16	28.62	0.97				0.80	0.80	1.12
0.00	22.79		8.60				0.00	12.90		1.00				0.00	1.50	
24.87	15.39	13.87	9.32		7.43	34.58	20.03	7.50	6.78	0.48		1.00	1.00	0.75	0.39	0.43
0.00	0.00		0.00				0.00	0.00		0.00				0.00	0.00	
18.04		0.51	9.51				14.26		0.00	0.50				0.75		0.00
23.55	13.13	5.51	6.64				16.52	6.12	2.54	0.45				1.13	0.39	0.20
17.68	19.46	20.40	13.03		7.43	17.29	13.42	11.70	14.38	0.58		1.00	0.50	0.71	0.51	0.59

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dentro de este capítulo realizaremos la discusión de los aspectos más importantes que han sido realizado dentro de este proyecto, se procederá a un análisis:

1. Después de los valores obtenidos en campo y el desarrollo de estos, podemos clasificar por su demanda, como carreteras de segunda clase, teniendo en cuenta su IMDA y la geometría que presentan estas avenidas. Si lo clasificamos por Orografía, de acuerdo a la zona ubicada, que es Trujillo – La Libertad, son de Tipo 1, es decir Terreno Plano. De acuerdo con estos resultados hemos podido llegar a los diferentes resultados.
2. Según el análisis de su geometría, los carriles que conforman la intersección no son simétricos, lo que ocasiona que al calcular nuestro nivel de servicio obtengamos valores distintos por cada carril ya que el volumen cumple un factor relevante en este cálculo.
3. Al obtener los VHMD de las diferentes horas pico de nuestra zona estudiada, podemos identificar la hora pico del día, junto con nuestro nivel de servicio podremos evaluar la problemática existente con referencia al tráfico existente, ya que no tenemos un tráfico fluido.

4. Con ayuda del simulador podemos observar el problema que existe actualmente en la zona de estudio, ha sido creado con los datos obtenidos en campo y para poder tener un punto de partida y poder hacer la evaluación de la propuesta.

5. La Solución Vial planteada y simulada para resolver la problemática planteada es detallada a continuación:

5.1. Mejorar la geometría vial de los carriles de la Avenida César Vallejo que consisten en anchar la berma central a 2.40 metros y esta cercarla con rejas que no permitan el paso de peatones en zonas no establecidas para la circulación, además los carriles tendrán medidas 3.30 metros que cumple con una carretera de segunda clase. Esto permite que la Avenida Vallejo en ambos sentidos de la intersección se alinee y con esto se busca que el tránsito sea mas fluido sin ejecución de maniobras peligrosas por parte de los conductores que se ven obligados a ejecutarlas por la geometría actual.

5.2. Colocación de 04 paraderos en la Avenida Vallejo:

- Paradero Vallejo 3: En el sentido de Este a Oeste, con medidas de 20.00 metros de largo, ancho de 2.50 metros y una altura de 0.10 metros que será exclusivamente de uso peatonal, en este punto se ha establecido que los 10 primeros metros sean zona de bajada, los otros 10 metros sean zona de subida en donde se encuentra

ubicada una cabina de espera para mayor comodidad del transeúnte que necesita hacer uso del transporte público.

- Paradero Vallejo 8: En el sentido de Este a Oeste, con medidas de 20.00 metros de largo, ancho de 2.50 metros y una altura de 0.10 metros que será exclusivamente de uso peatonal, en este punto se ha establecido que los 10 primeros metros sean zona de bajada, los otros 10 metros sean zona de subida en donde se encuentra ubicada una cabina de espera para mayor comodidad del transeúnte que necesita hacer uso del transporte público.
- Paradero Vallejo 7-1: En el sentido de Oeste a Este, con medidas de 15.00 metros de largo, ancho de 2.20 metros y una altura de 0.10 metros que será exclusivamente de uso peatonal, en este punto se ha establecido que los 10 primeros metros sean zona de bajada, los otros 10 metros sean zona de subida en donde se encuentra ubicada una cabina de espera para mayor comodidad del transeúnte que necesita hacer uso del transporte público.
- Paradero Vallejo 7-2: En el sentido de Oeste a Este, con medidas de 15.00 metros de largo, ancho de 2.20 metros y una altura de 0.10 metros que será exclusivamente de uso peatonal, en este punto se ha establecido que los 10 primeros metros sean zona de bajada, los otros 10 metros sean zona de subida en donde se encuentra ubicada una cabina de espera para mayor comodidad del transeúnte que necesita hacer uso del transporte público.

5.3. Colocación de parantes de cierre de concreto circular con una altura de 1.20 metros y un diámetro de 0.15 metros, estos serán ubicados en las veredas de la Avenida César Vallejo y José María Euguren, su colocación será con un espaciamiento de 0.50 metros, con esta medida se busca evitar el comercio ambulatorio que invade los carriles de esta intersección y que son parte del gran problema que se presenta actualmente. Se tienen estas consideraciones de colocación, así como espaciamiento entre un bloque y otro, para que las personas puedan transitar únicamente por la vereda que es la zona peatonal establecida, con esto se permitirá un tránsito fluido de los vehículos que transitan por esta vía. Por último, esta medida ayudara a que los peatones estén seguros y puedan solo trasladarse de una vereda a otra por las zonas de paso peatonal.

5.4. Las Veredas estarán a 0.30 metros de alto de la los carriles de la vía, esto ayudara a que los vehículos para el recojo de pasajeros acudan necesariamente a los paraderos establecidos, además los peatones no podrán circular de manera imprudente por la vía, ya que su zona de circulación esta a una altura considerable de la pista. Adicionalmente ya se ha explicado las mejoras que se aplicarán en las bermas y colocación de bloques de concreto.

Se ha considerado anchar las veredas en la Avenida César Vallejo para que el tránsito peatonal sea fluido y no se vean en la necesidad de circular por los carriles de la vía que son de uso exclusivo de los vehículos.

5.5. Colocación de Señalización Vertical, esta medida es básica para los conductores ya que tendrán al alcance de su visión que movimientos en el sentido de la vía no esta permitidos y puedan optar por tomar la mejor decisión para circular con su vehículo sin ningún problema de congestionamiento vehicular severo, además con esta medida de prohibir los movimientos de giros en “U” y giros a la izquierda, se reducirá el problema de accidentes que puedan provocar maniobras prohibidas en esta intersección.

5.6. Colocación de Señalización Horizontal, esta medida es necesaria para que los conductores tengan conocimiento que señalización existe en la zona y puedan respetar el paso de peatones, los sentidos permitidos de circulación con sus vehículos. Para los peatones será de gran ayuda ya que sabrán donde están ubicadas las líneas de cebra peatonales que son la zona permitida para su circulación cuando el semáforo este en rojo.

5.7. Esta medida es de vital importancia ya que involucra netamente el estado de los carriles de la intersección vial, esto es renovar totalmente la pavimentación de esta zona que ayudará a que las mejoras propuestas funcionen al 100%.

6. La solución vial propuesta y detallada, es de gran necesidad para la población de Trujillo que involucra a peatones y conductores que transitan a diario por la intersección vial donde se ha ejecutado este proyecto.

7. Teniendo en cuenta los datos obtenidos por el simulador de la Solución vial propuesta a condiciones ya antes detalladas, podemos identificar la mejora en el nivel de servicio por cada carril, inicialmente en condiciones actuales se tiene un Nivel de Servicio E, y con la implementación de mejoras se está obteniendo un Nivel de Servicio B, esto favorece en la disminución del congestionamiento vehicular en la intersección de ejecución del proyecto.

CONCLUSIONES

Con respecto a los objetivos planteados al empezar la investigación que fue el de plantear una solución vial para la mejora del congestionamiento vehicular, podemos concluir con lo siguiente:

1. Con los datos tomados en campo después de ser procesados y simulados podemos concluir el tipo de nivel de servicio actual es D, E, F para los distintos carriles analizados, también se observan los factores que intervienen en el congestionamiento vehicular que son el comercio ambulatorio, la falta de señalización horizontal y vertical, por último y no menos importante la falta de cultura vial por parte de la sociedad. Con la solución vial tenemos una mejora en el Nivel de Servicio de los Carriles de esta intersección ya que serán B, C; además que se implementara señalización vertical correctamente colocada, señalización horizontal y, colocación de parantes de cierre de concreto para la eliminación del comercio ambulatorio y tránsito adecuado de peatones.
2. La capacidad Vial es de gran importancia ya que nos permite obtener la demanda vehicular en la zona durante todo el día, y sacar la hora pico, lo cual es favorable para desarrollar nuestra propuesta de control. Con la solución vial obtenemos una mejora significativa ya que se mejorará la geometría vial y transitabilidad de los vehículos por esta intersección; además que cumplirá con las medidas para ser considerada una Carretera de Segunda Clase.

3. La propuesta de Solución Vial que ha sido evaluada en el simulador nos proporcionó resultados satisfactorios con respecto a la mejora de los Niveles de Servicio a B, C de los carriles de la intersección, disminución de cola de tráfico, y además esta solución vial conforman una mejora de la calidad de servicio para los conductores y peatones de la zona, es de gran importancia el poder eliminar el comercio ambulatorio debido a que es un factor elevado que interviene en el congestionamiento de dicha zona. La solución vial simulada nos ayuda a la mejora de un tránsito fluido de conductores como peatones, con un ordenamiento fundamental para erradicar problemas de congestionamiento vehicular.

4. Mediante la simulación podemos obtener los resultados de la solución vial planteada y, con esto comparar con los resultados de la situación actual, por lo que se concluye que hay una mejora en el nivel de servicio y la capacidad vial de la intersección; así como en el congestionamiento vehicular que se produce actualmente.

RECOMENDACIONES

Después de haber elaborado esta investigación y con la experiencia obtenida durante este proceso, expresamos las siguientes recomendaciones:

1. Para realizar la toma de datos manual, es necesario realizar una pequeña capacitación de la ficha donde se colocarán los datos a las personas que participaran de dicha tarea para poder obtener datos reales y con un porcentaje mínimo de error.
2. Es recomendable poner videocámaras, para esto debes encontrar una ubicación la cuál abarque la mayor parte del área a estudiar. Estos videos nos servirán de mucha ayuda para el momento de crear nuestra base de datos, realizar una verificación de los datos tomados en campo manualmente.
3. Se debe tener en cuenta que, al hacer uso de un software se tiene que considerar su confiabilidad y su método de aplicación, para que nos sea útil para el tipo de investigación que se necesita realizar, además es de gran importancia tener la capacitación necesaria para así poder hacer un buen uso de dicho software, en nuestro caso un software especializado en transportes.
4. La solución vial propuesta debe estar dentro de los parámetros viables para la ejecución de un proyecto, para que esta sea útil para las entidades encargadas de la toma de decisiones de tránsito en nuestro Distrito de Trujillo Metropolitano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIVTAC (2011). Modelos de Microsimulación en Estudio de Tránsito. *Vías Terrestres*, 2(9), 20-21.
- CAL Y MAYOR, R; CÁRDENAS, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. México: Alfaomega.
- FRANCO, L. (2008). Aplicación de Simulación en el Control Tráfico, una Propuesta para Ciudad del Este. *Revista Electrónica de la Facultad Politécnica UNE*, 1(4), 75-82. Recuperado de http://www.une.edu.py:82/fpune_scientific/index.php/fpunescientific/article/view/75/77
- MONTOYA, G. (2005). Apuntes de Ingeniería de Tránsito. *Ingeniería de Tránsito*, 5, 1-34.
- MUÑOZ, A. (2011). Estudios del Tráfico y Análisis de la Demanda. *Gestión Técnica del Tráfico*, 26, 1-22.
- PÉREZ, R. (2005). Módulo de Simulación Microscópica para la Herramienta Tramos, Integración de Modelos y Animación. España: ETSI Universidad de Sevilla.
- PTV VISION. (2012). VISSIM 5.40 – Manual del Usuario. [Fecha de consulta: 02 de octubre]. Recuperado de: <https://www.ptvgroup.com>

ANEXOS

ANEXO N°1

Matriz de Consistencia de Tesis

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>Formulación de Problema:</p> <p>¿En qué medida la aplicación de la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico contribuirá a la solución vial en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo – La Libertad, Año 2017?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar si la aplicación de la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico contribuirá a la solución vial en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo – La Libertad, año 2017.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Diagnosticar el estudio de tráfico actual para así obtener el volumen de tránsito en la intersección vial de estudio.</p> <p>Evaluar la capacidad vial actual de la intersección vial a estudiar.</p> <p>Presentar una propuesta de solución vial para mejorar el funcionamiento de la intersección.</p> <p>Analizar la influencia en el radio de acción de la solución vial propuesta.</p> <p>Evaluar la funcionalidad de la solución vial propuesta por la aplicación del software Vissim.</p>	<p>La aplicación de la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico contribuirá a la solución vial en la Intersección de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo – La Libertad, Año 2017.</p>	<p>VD:</p> <p>Simulación y Aplicación del software Vissim.</p> <p>VI:</p> <p>Control de Tráfico.</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Este proyecto de tesis presenta un enfoque mixto para el desarrollo integral de la investigación.</p> <p>Diseño:</p> <p>Se aplicará el diseño lineal de un solo grupo con observación antes y después de aplicada la simulación. Es un diseño Cuasiexperimental.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR O1[O1] --> X[X: Aplicación de la Simulación] X --> O2[O2] </pre> </div> <p>Dx: Control del tránsito en la intersección</p> <p>- □ : Grupo de elementos o unidades de Análisis. - O1 : Observación de las Unidades de Análisis antes de la Intervención. - X : Intervención (V. Independiente). - O2 : Observación de las Unidades de Análisis después de la Intervención.</p>	<p>Población:</p> <p>Los vehículos que transitan por el anillo vial en Trujillo Metropolitano.</p> <p>Muestra:</p> <p>Los vehículos que transitan por la intersección vial de la Avenidas César Vallejo con José María Euguren.</p>

ANEXO N°2









Geometría Vial de la Av. José María Euguren y Av. Cesar Vallejo






GEOMETRÍA VIAL EXISTENTE EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO CON JOSÉ MARÍA EUGUREN											
AVENIDA	SEN TID O	ANCHO (M)							ESTAD O DE SEÑALI ZACIÓ N	TIPO DE PAVI MENT O	OBSERV ACIONE S
		VER EDA	ESTACION AMIENTO	CA RRI L	BERMA CENTRA L	CA RRI L	ESTACION AMIENTO	VER EDA			
CÉSAR VALLEJO	O-E	2.5 0	-	9.3 5	1.60	9.7 0	-	1.8 0	MALA	FLEXI BLE	Presenci a masiva de ambulan tes en ambos carriles
	E-O	1.4 0	2.58	5.9 5	4.90	8.6 0	-	1.5 5	MALA	FLEXI BLE	Señaliza ción horizont al son casi nulas
JOSÉ MARÍA EUGUREN	S-N	4.3 0	-	8.7 5	4.70	8.6 0	-	1.5 0	MALA	FLEXI BLE	Presenci a masiva de ambulan tes en ambos carriles
	N-S	2.7 5	-	8.5 5	2.80	8.6 5	2.32	3.0 4	MALA	FLEXI BLE	Señaliza ción vertical y horizont al en mal estado

ANEXO N°3









FICHA TECNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS






Aplicada a un carril por la mañana

CLASIFICACIÓN VEHICULAR - ESTUDIO DE TRÁFICO										
APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL CONTROL DE TRÁFICO EMPLEANDO EL SOFTWARE VISSIM COMO SOLUCIÓN VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO CON JOSÉ MARÍA EGUREN, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD, AÑO 2017										
INTERSECCIÓN AV. CESAR VALLEJO - AV. JOSE MARIA EGUREN										
SENTIDO DE CARRIL										
DIA Y FECHA 27/10/2017										
7:00 - 9:00 a.m. (RESUMEN)										
MAÑANA										
HORA PERIODO	CALLE	7:00 - 7:15 a.m.	7:15 - 7:30 a.m.	7:30 - 7:45 a.m.	7:45 - 8:00 a.m.	8:00 - 8:15 a.m.	8:15 - 8:30 a.m.	8:30 - 8:45 a.m.	8:45 - 9:00 a.m.	TOTAL
 AUTO	1	3	4	2	4	10	6	10	8	47
	2	4	3	5	4	4	6	9	6	41
	3	4	5	4	6	5	6	2	1	33
	4	7	6	7	8	10	9	7	4	58
	5	5	12	8	11	12	17	12	11	88
	6	5	4	6	5	11	6	16	8	61
	7	9	12	9	0	3	5	9	4	51
	8	5	4	2	3	11	3	3	2	33
 TAXI	1	20	34	18	15	28	34	31	32	212
	2	18	20	38	26	33	30	29	40	234
	3	18	16	33	30	39	30	37	24	227
	4	20	18	38	42	48	47	53	40	306
	5	23	42	45	36	54	42	46	69	357
	6	16	29	29	19	25	33	34	34	219
	7	30	29	34	27	42	25	40	33	260
	8	16	20	14	18	32	23	23	19	165
 STATION WAGON	1	10	8	7	8	11	8	11	14	77
	2	6	4	10	5	9	12	10	12	68
	3	12	8	9	5	10	6	6	5	61
	4	4	11	14	13	12	10	18	12	94
	5	15	11	17	15	24	21	27	21	151
	6	7	10	10	5	11	11	13	13	80
	7	4	17	13	3	9	5	9	8	68
	8	8	7	5	7	10	2	3	6	48
 PICK UP	1	1	2	3	2	5	1	1	1	16
	2	2	2	4	5	2	5	3	2	25
	3	1	2	4	4	2	5	3	0	21
	4	1	3	1	3	1	0	4	1	14
	5	0	2	2	5	2	3	6	5	25
	6	3	2	5	0	4	2	3	1	20
	7	2	2	1	2	1	0	3	0	11
	8	1	0	0	2	1	2	0	0	6
 4X4 CERRADA	1	1	3	1	1	3	1	1	2	13
	2	0	1	1	0	3	4	2	3	14
	3	2	0	4	3	2	3	1	0	15
	4	2	1	1	2	1	1	4	0	12
	5	0	2	3	1	1	3	4	2	16
	6	1	2	2	1	3	1	1	1	12
	7	1	1	1	1	2	0	0	0	6
	8	2	0	0	3	0	0	0	0	5
 PANEL	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	1	0	2	1	0	4
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	1	0	1	1	0	0	3
	7	0	0	0	0	0	1	1	0	2
	8	0	0	0	0	1	0	0	0	1
 COMBI PRIV.	1	2	1	2	0	1	0	0	0	6
	2	1	1	4	5	2	1	0	1	15
	3	1	3	1	1	0	0	1	0	7
	4	0	0	1	0	1	0	0	0	2
	5	2	0	2	5	1	2	0	0	12
	6	2	2	5	0	4	0	1	2	16
	7	0	2	0	0	0	0	1	2	5
	8	1	0	0	1	0	2	0	0	4
 COMBI PÚB.	1	6	7	3	5	9	7	5	7	49
	2	4	1	5	4	3	5	5	3	30
	3	15	18	32	48	35	35	28	30	241
	4	25	34	24	28	30	36	29	37	243
	5	2	2	3	2	3	3	3	2	20
	6	6	5	9	6	8	9	4	7	54
	7	23	31	40	13	32	31	37	26	233
	8	26	31	21	37	28	32	27	22	224









 MICRO	1	3	4	3	5	5	3	3	5	31		
	2	2	1	4	2	3	2	4	4	22		
	3	20	22	19	33	27	24	26	29	200		
	4	15	17	21	29	23	23	25	23	176		
	5	2	1	3	4	3	2	4	4	23		
	6	3	4	4	5	5	4	4	5	34		
	7	22	24	30	25	23	22	30	19	195		
	8	20	24	13	26	25	25	23	21	177		
	B U S	 2 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			2	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3			0	1	0	0	0	0	0	0	1	
4			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 >=3 E		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	2	0	2	1	0	2	7	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	2	0	2	1	0	2	7	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C A M I O N	 2 E	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2	
		2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
		3	0	1	0	0	4	0	1	1	7	
		4	0	1	2	0	2	0	0	1	6	
		5	1	0	2	1	0	2	3	1	10	
		6	0	0	0	0	0	1	2	0	3	
		7	0	0	0	0	2	1	2	0	5	
		8	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
	 3 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	1	0	0	0	0	0	1	2	
		5	1	0	0	0	0	0	0	1	2	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	






Aplicada a un Carril al Mediodía

CLASIFICACIÓN VEHICULAR - ESTUDIO DE TRÁFICO										
APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL CONTROL DE TRÁFICO EMPLEANDO EL SOFTWARE VISSIM COMO SOLUCIÓN VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO CON JOSÉ MARÍA EUGUREN, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD, AÑO 2017										
INTERSECCIÓN										
SENTIDO DE CARRIL										
DÍA Y FECHA										
VIERNES										
12:00 p.m. - 2:00 p.m. (RESUMEN)										
MEDIODÍA										
HORA PERIODO	CALLE	12:00 - 12:15 p.m.	12:15 - 12:30 p.m.	12:30 - 12:45 p.m.	12:45 - 1:00 p.m.	1:00 - 1:15 p.m.	1:15 - 1:30 p.m.	1:30 - 1:45 p.m.	1:45 - 2:00 p.m.	TOTAL
 AUTO	1	2	1	2	2	2	3	7	4	23
	2	3	4	4	3	4	5	7	8	38
	3	4	5	6	6	7	6	6	9	49
	4	7	8	8	7	9	8	6	3	56
	5	6	7	8	8	9	8	6	3	55
	6	4	4	5	5	6	5	3	9	41
	7	3	2	2	3	2	4	1	2	19
	8	1	2	1	3	3	4	1	5	20
 TAXI	1	10	15	11	14	15	18	25	19	127
	2	9	11	12	10	9	10	11	10	82
	3	13	20	22	25	19	27	23	26	175
	4	18	17	22	19	25	27	22	21	171
	5	30	35	28	35	38	47	43	42	298
	6	18	20	19	22	26	14	16	34	169
	7	15	10	12	11	16	10	18	17	109
	8	9	12	10	10	8	14	16	14	93
 STATION WAGON	1	4	5	6	5	7	10	9	8	54
	2	3	2	3	4	5	6	7	9	39
	3	7	6	5	8	6	7	5	11	55
	4	9	12	10	15	10	8	18	12	94
	5	18	15	20	22	21	23	22	24	165
	6	6	5	7	6	9	5	10	10	58
	7	3	4	5	3	2	3	8	6	34
	8	2	3	2	4	3	5	8	2	29
 PICK UP	1	0	2	0	0	2	0	0	5	9
	2	0	1	2	3	0	1	5	2	14
	3	1	0	2	1	0	1	3	2	10
	4	0	4	0	2	0	4	0	3	13
	5	0	2	1	2	1	5	3	3	17
	6	0	2	0	1	0	2	0	1	6
	7	0	1	1	0	0	0	1	1	4
	8	1	0	0	0	0	1	0	0	2
 CERRADA	1	1	0	1	1	1	1	1	1	7
	2	0	2	0	1	2	1	3	2	11
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	4	2	3	2	1	2	3	3	1	17
	5	2	1	2	0	1	2	3	2	13
	6	0	2	1	0	1	2	2	0	8
	7	2	0	0	1	0	3	3	0	9
	8	0	0	1	0	0	0	0	1	2
 CAMIONETA	1	0	0	0	1	0	0	2	0	3
	2	1	0	0	0	0	0	1	0	2
	3	0	1	0	1	0	0	0	0	2
	4	2	0	1	0	1	0	0	0	4
	5	0	1	0	0	1	0	0	0	2
	6	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	7	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	8	0	0	1	0	0	0	1	0	2
 COMBI PRIV.	1	0	2	1	2	1	1	0	1	8
	2	3	1	2	3	3	5	4	3	24
	3	0	2	0	1	1	1	0	0	5
	4	0	0	1	0	2	0	1	0	4
	5	2	0	0	2	3	0	2	1	10
	6	1	0	0	0	2	0	1	0	4
	7	0	0	1	0	0	1	0	0	2
	8	0	1	0	0	1	0	0	1	3
 COMBI PÚB.	1	2	2	1	3	2	4	6	7	27
	2	0	3	4	2	5	4	3	3	24
	3	18	20	22	25	34	30	19	25	193
	4	15	18	23	20	18	21	28	17	160
	5	0	1	2	3	2	2	1	6	17
	6	2	1	3	2	6	4	2	5	25
	7	10	15	18	20	16	21	29	17	146
	8	12	18	10	15	12	18	20	30	135

 MICRO	1	2	3	1	2	3	1	5	5	22
	2	3	2	4	4	3	2	4	5	27
	3	20	18	22	25	26	30	20	22	183
	4	10	15	18	12	18	20	29	23	145
	5	2	4	5	5	6	6	2	5	35
	6	2	1	3	4	4	5	1	5	25
	7	10	12	15	18	18	20	30	21	144
	8	10	12	15	11	10	18	20	28	124
	B U S  2 E  >=3 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0	0	0	0	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0	0	0	0	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0
C A M I O N  2 E  3 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	1	1	0	1	1	2	3	9
	3	1	0	0	1	1	1	2	2	8
	4	1	0	2	0	2	0	2	3	10
	5	0	0	4	0	4	0	2	2	12
	6	1	0	1	0	1	0	1	1	5
	7	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	1	0	0	0	2
	5	1	0	0	0	1	0	0	0	2
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

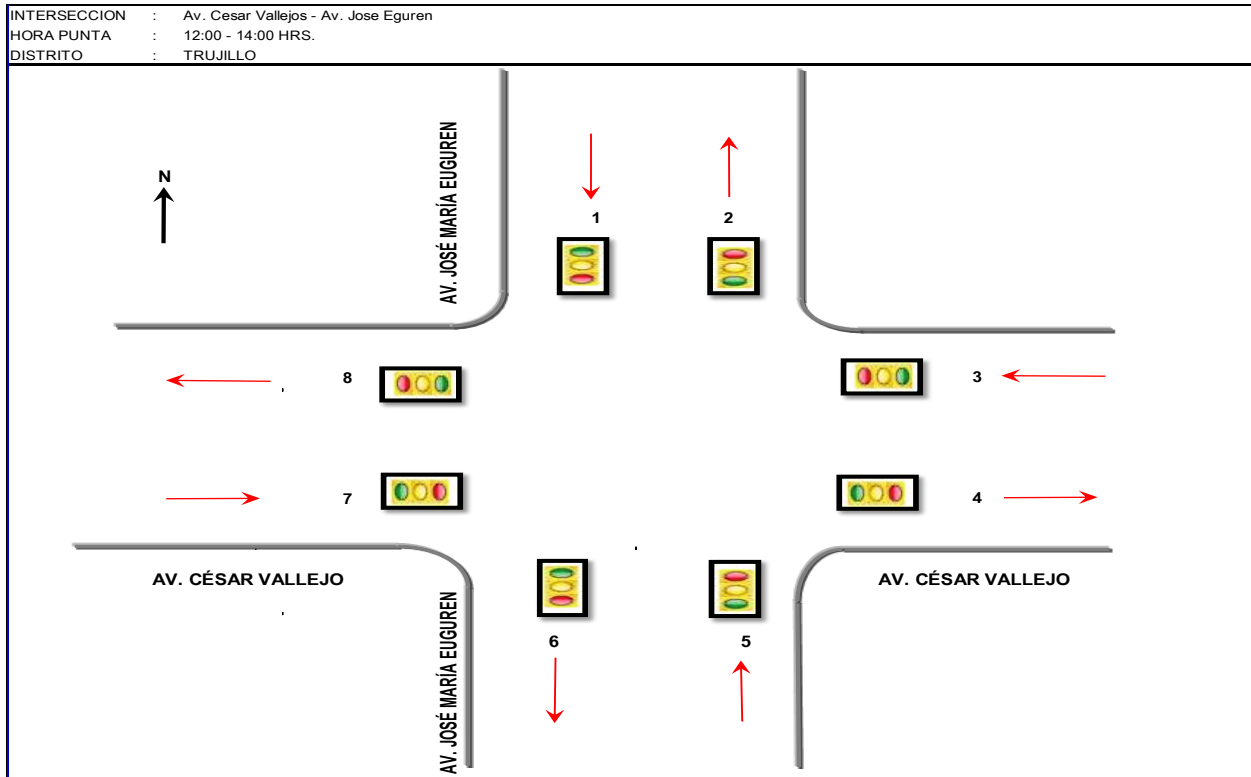
Aplicada a un carril por la Tarde

CLASIFICACIÓN VEHICULAR - ESTUDIO DE TRÁFICO										
APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL CONTROL DE TRÁFICO EMPLEANDO EL SOFTWARE VISSIM COMO SOLUCIÓN VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS CÉSAR VALLEJO CON JOSÉ MARÍA EUGUREN, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD, AÑO 2017										
INTERSECCIÓN AV. CESAR VALLEJO - AV. JOSE MARIA EGUREN										
SENTIDO DE CARRIL										
DÍA Y FECHA										
VIERNES										
27/10/2017										
5:30 - 6:30 p.m. (RESUMEN)										
NOCHE										
HORA PERIODO	CALLE	5:00 - 5:15 p. m.	5:15 - 5:30 p. m.	5:30 - 5:45 p. m.	5:45 - 6:00 p. m.	6:00 - 6:15 p. m.	6:15 - 6:30 p. m.	6:30 - 6:45 p. m.	6:45 - 7:00 p. m.	TOTAL
 AUTO	1	4	5	7	8	8	5	6	5	48
	2	8	10	14	7	8	7	9	8	71
	3	5	6	9	7	7	7	6	6	53
	4	5	6	4	4	8	15	10	8	60
	5	6	8	7	8	12	12	10	8	71
	6	5	5	4	10	6	5	6	5	46
	7	4	5	1	7	3	2	3	3	28
	8	5	6	10	7	2	6	4	5	45
 TAXI	1	18	15	20	21	28	22	15	20	159
	2	25	28	30	37	31	43	35	30	259
	3	28	33	29	23	31	42	30	28	244
	4	18	20	15	22	23	38	22	20	178
	5	35	30	14	33	36	43	35	30	256
	6	28	25	20	29	36	30	25	20	213
	7	10	13	10	13	12	25	15	10	108
	8	15	18	20	25	17	27	23	20	165
 WAGUN	1	6	5	8	6	7	7	6	6	51
	2	10	13	16	14	11	17	13	9	103
	3	8	10	9	6	9	11	8	9	70
	4	8	10	7	10	11	9	8	10	73
	5	10	12	10	17	21	22	18	13	123
	6	5	8	5	10	7	10	8	6	59
	7	2	2	3	6	3	5	3	4	28
	8	2	3	4	6	6	5	4	4	34
 C A M I O N E T A	1	0	1	3	1	1	4	2	0	12
	2	1	2	2	2	1	4	3	3	18
	3	2	0	3	3	0	2	0	3	13
	4	0	2	2	8	3	3	2	3	23
	5	0	1	2	6	4	3	2	2	20
	6	1	0	2	3	1	5	3	2	17
	7	1	2	1	3	0	4	2	0	13
	8	1	0	1	1	0	1	2	1	7
 PRIV.	1	3	1	6	1	1	2	0	2	16
	2	1	0	2	5	0	1	1	2	12
	3	0	0	0	2	0	3	2	1	8
	4	2	0	0	2	2	1	0	2	9
	5	1	0	1	1	2	1	1	2	9
	6	0	1	0	1	1	1	0	1	5
	7	1	0	0	1	2	0	0	1	5
	8	0	0	1	1	1	2	1	0	6
 PRIV.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	1	0	0	0	0	0	1	2
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1	0	0	0	0	0	1	0	2
	7	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	0	0	0	0	0	0	0	1
 PRIV.	1	2	0	0	0	2	0	0	0	4
	2	0	1	0	1	0	0	1	0	3
	3	0	0	0	1	0	0	0	1	2
	4	1	1	0	1	0	1	0	0	4
	5	0	2	0	3	1	2	0	0	8
	6	1	0	0	0	2	0	1	0	4
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	2	0	0	0	1	3
 PUB.	1	3	5	6	6	7	4	3	3	37
	2	1	2	2	4	2	2	3	2	18
	3	20	25	27	15	19	25	18	15	164
	4	12	18	15	19	26	29	20	22	161
	5	1	2	1	2	1	2	0	2	11
	6	4	3	3	6	7	4	5	3	35
	7	15	18	15	18	27	30	18	20	161
	8	15	20	29	29	17	21	16	13	160

 MICRO	1	1	3	4	3	1	2	2	1	17	
	2	2	3	4	3	2	3	2	1	20	
	3	15	20	24	13	15	23	18	13	141	
	4	12	18	11	19	19	28	25	20	152	
	5	2	4	2	3	4	3	3	2	23	
	6	2	3	2	4	2	4	3	1	21	
	7	15	18	13	19	18	32	28	25	168	
	3	18	20	23	22	17	21	20	18	159	
B U S	 2 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	
	 >=3 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	
C A M I O N	 ---	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2
		2	1	0	1	0	4	1	0	1	8
		3	0	0	0	0	1	1	1	1	4
		4	0	0	0	0	3	0	2	0	5
		5	1	0	1	0	5	1	2	1	11
		6	0	0	0	0	1	1	1	0	3
		7	0	0	0	0	2	0	2	0	4
		8	0	0	0	0	0	1	0	1	2
	 3 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO N°4

TIEMPO DE DURACIÓN DE LUCES DE SEMÁFORO



SEMÁFORO	TIEMPO (SEG.)		
	VERDE	ROJO	AMBAR
1	36.66	60	4
2	36.66	60	4
3	54.70	42.1	3
4	54.70	42.1	3
5	36.66	60	4
6	36.66	60	4
7	54.70	42.1	3
8	54.70	42.1	3

ANEXO N°5

TRANSPORTE PÚBLICO CONSIDERADO PARA SIMULACIÓN

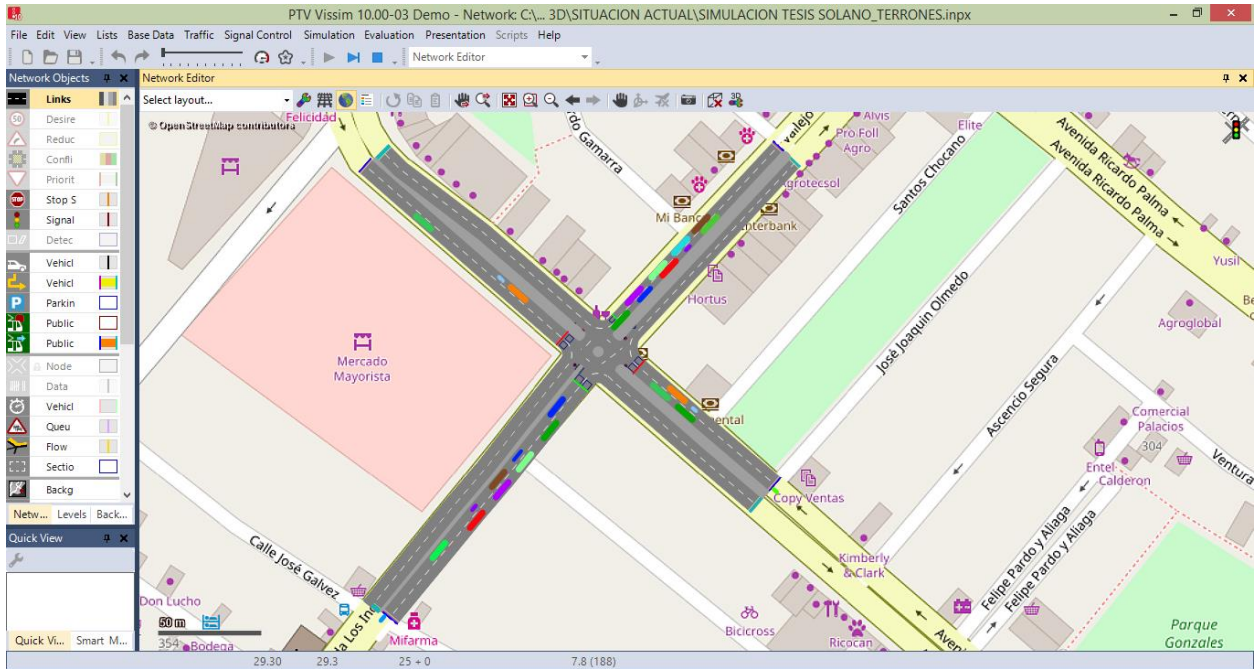
TRANSPORTE PÚBLICO				
N° ASIGNADO SIMULACIÓN	(SENTIDO) EMPRESA _ LETRA	RUTA DESDE	RUTA HACIA	VEHÍCULO
1	(I) LIBERTAD S.A. _C1	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
2	(I) CÉSAR VALLEJO S.A. _AB	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
3	(I) NUEVO CALIFORNIA S.A. _C	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
4	(I) SALAVERRY EPRESS S.A. _A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
5	(I) ESPERANZA EXPRESS S.A. _A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
6	(I) VIRGEN DE LA PUERTA S.A. _A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
7	(I) EL CORTIJO S.A. _C2	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
8	(I) SALAVERRY EXPRESS S.A. _F	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
9	(I) RAMIRO PRIALE S.A. _A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
10	(I) NUEVA CALIFORNIA S.A. _D	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
11	(I) MODERNO CIELOAZUL S.A. _C	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
12	(I) SEÑOR DE LOS MILAGROS S.A. _A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
13	(I) ICARO S.A. _D	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	650: Bus
14	(V) LIBERTAD S.A. _C1	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
15	(V) MODERNO CIELOAZUL S.A. _C	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
16	(V) NUEVO CALIFORNIA S.A. _C	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
17	(V) SEÑOR DE LOS MILAGROS S.A. _A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
18	(V) CESAR VALLEJO S.A. _AB	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
19	(V) VIRGEN DE LA PUERTA S.A. _A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
20	(V) EL CORTIJO S.A. _C2	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
21	(V) RAMIRO PRIALE S.A. _A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
22	(V) SALAVERRY EXPRESS S.A. _A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
23	(V) NUEVO CALIFORNIA S.A. _D	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
24	(V) ALTO TRUJILLO S.A. _B	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
25	(V) SALAVERRY EXPRESS S.A. _F	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
26	(V) ESPERANZA EXPRESS S.A. _A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
27	(V) ICARO S.A. _D	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	650: Bus
28	(EI) CALIFORNIA S.A. _B	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	650: Bus
29	(EI) HUANCHACO S.A. _B	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	650: Bus
30	(EV) HUANCHACO S.A. _B	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	650: Bus
31	(EV) CALIFORNIA S.A. _B	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	650: Bus
32	(EV) LIBERTAD S.A. _A	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	650: Bus

TRANSPORTE PÚBLICO				
N° ASIGNADO SIMULACIÓN	(SENTIDO) EMPRESA _ LETRA	RUTA DESDE	RUTA HACIA	VEHÍCULO
33	(CI) CABALLITO DE TOTORA S.A._A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
34	(CI) SANTA CATALINA S.A._H	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
35	(CI) TITANIC EXPRESS S.A._O	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
36	(CI) MOCHICA S.A._D	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
37	(CI) SANTA LUCIA DE MOCHE S.A._B	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
38	(CI) NUEVOS GIRASOLES S.A._XS	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
39	(CI) LOS DIAMANTES S.A._A	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
40	(CI) SEÑOR DE LA MISERICORDIA S.A._R	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
41	(CI) LUZ DIVINA S.A._UI	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
42	(CI) LOS GIRASOLES SERVICE S.R.L_G	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
43	(CI) MIRAMAR S.A._T2	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
44	(CI) VIRGEN DEL ARCO S.A._I	Av. Vallejo 7	Av. Vallejo 4	660: Combi
45	(CV) TITANIC EXPRESS S.A._O	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
46	(CV) SANTA CATALINA S.A._H	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
47	(CV) CABALLITO DE TOTORA S.A._A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
48	(CV) SEÑOR DE LA MISERICORDIA S.A._R	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
49	(CV) MIRAMAR S.A._T2	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
50	(CV) LOS DIAMANTES S.A._A	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
51	(CV) NUEVOS GIRASOLES S.A._JJ	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
52	(CV) ARCO IRIS EXPRESS S.A._E	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
53	(CV) MOCHICA S.A._D	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
54	(CV) VIRGEN DEL ARCO S.A._	Av. Vallejo 3	Av. Vallejo 8	660: Combi
55	(CV) TITANIC EXPRESS S.A._K	Av. Vallejo 3	Av. Euguren 2	660: Combi
56	(CEI) VIRGEN DEL ARCO S.A._P	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	660: Combi
57	(CEI) MIRAMAR S.A._W	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	660: Combi
58	(CEI) CABALLITO DE TOTORA S.A._B	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	660: Combi
59	(CEI) POROTO S.A._P1	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	660: Combi
60	(CEI) POROTO S.A._P2	Av. Euguren 1	Av. Euguren 6	660: Combi
61	(CEV) MIRAMAR S.A._W	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi
62	(CEV) MENSAJEROS DEL SEÑOR S.A._NN	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi
63	(CEV) NUEVOS GIRASOLES S.A._JJ	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi
64	(CEV) CABALLITO DE TOTORA S.A._B	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi
65	(CEV) LUZ DIVINA S.A._M	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi
66	(CEV) POROTO S.A._P1	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi
67	(CEV) POROTO S.A._P2	Av. Euguren 5	Av. Euguren 2	660: Combi

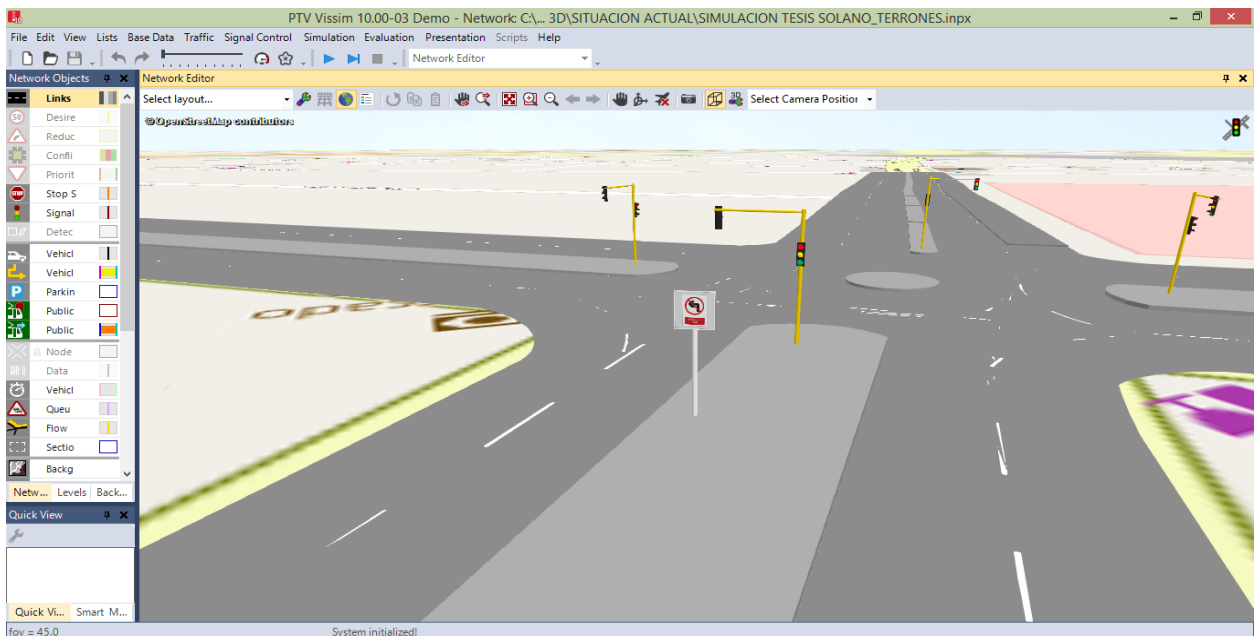
ANEXO N°6

Fotos de la Simulación – Situación Actual

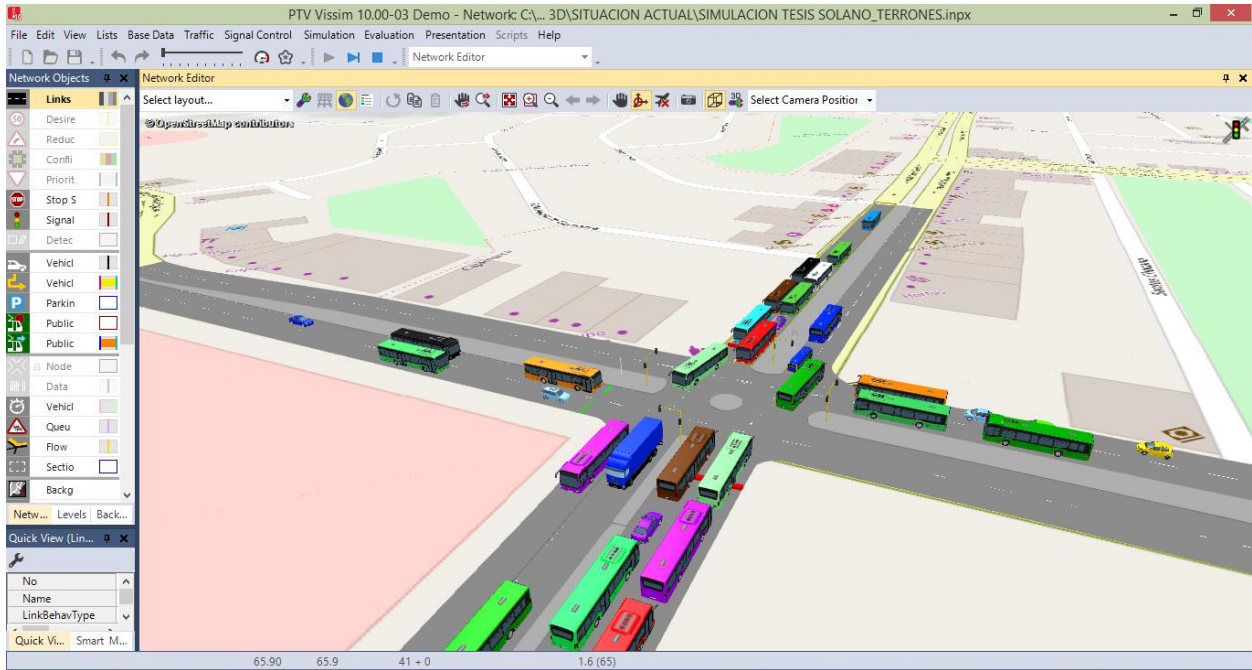
Vista en 2D de las Avenidas Cesar Vallejo con José María Euguren.



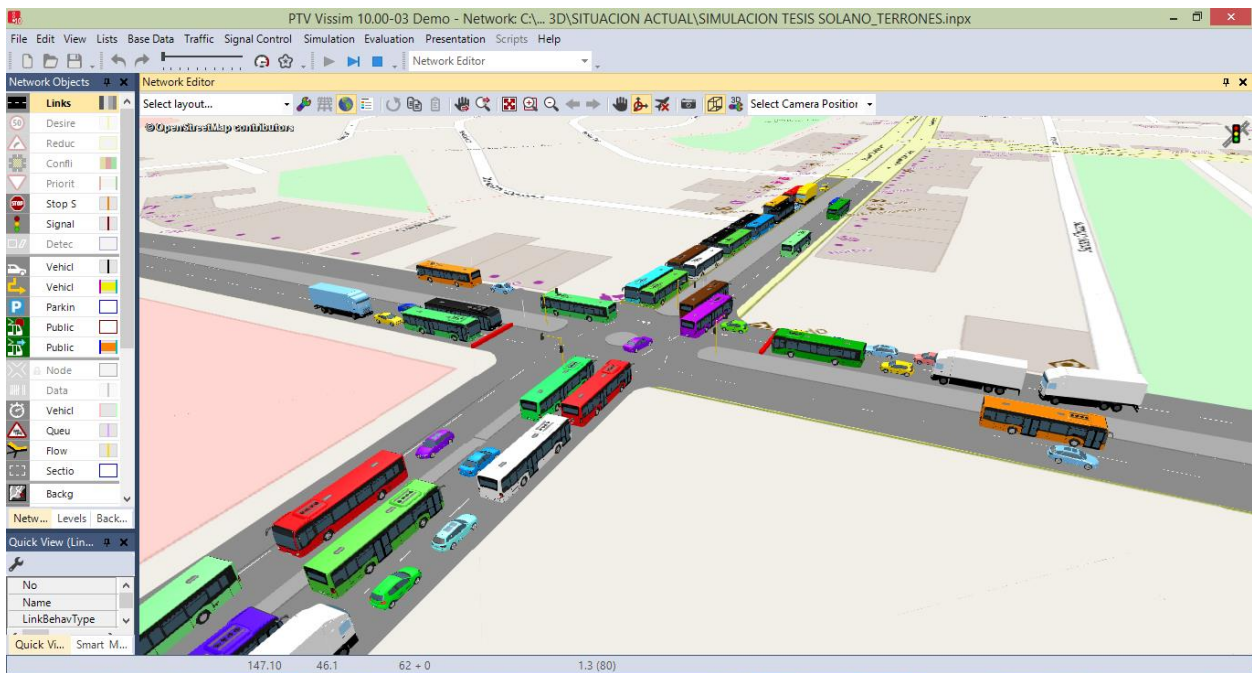
Vista en 3D de la intersección



Vista 3D - Tráfico Vehicular al iniciar la simulación



Vista en 3D - Cola de espera, Vista desde la Av. Jose María Euguren

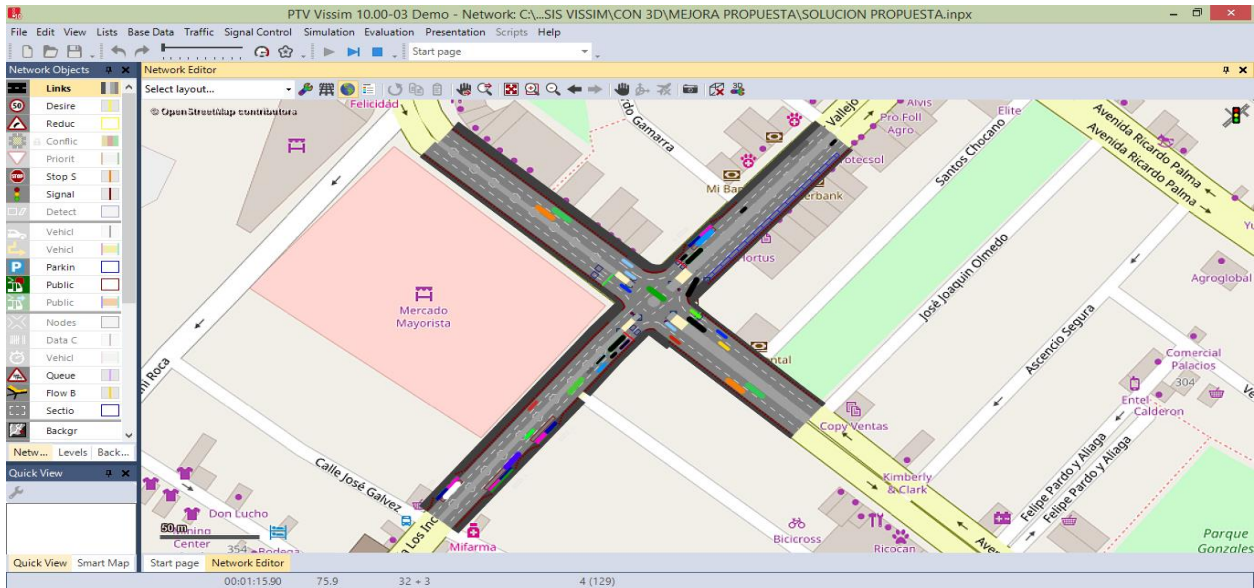


ANEXO N°7

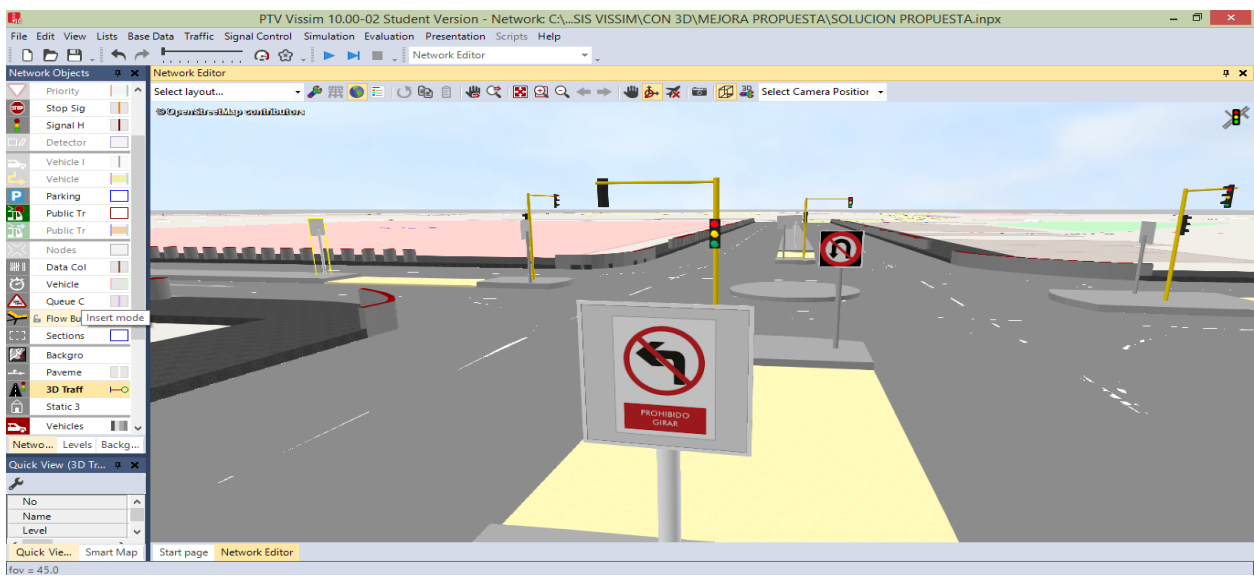
Fotos de la Simulación – Situación Mejorada con Proyecto

Presentado

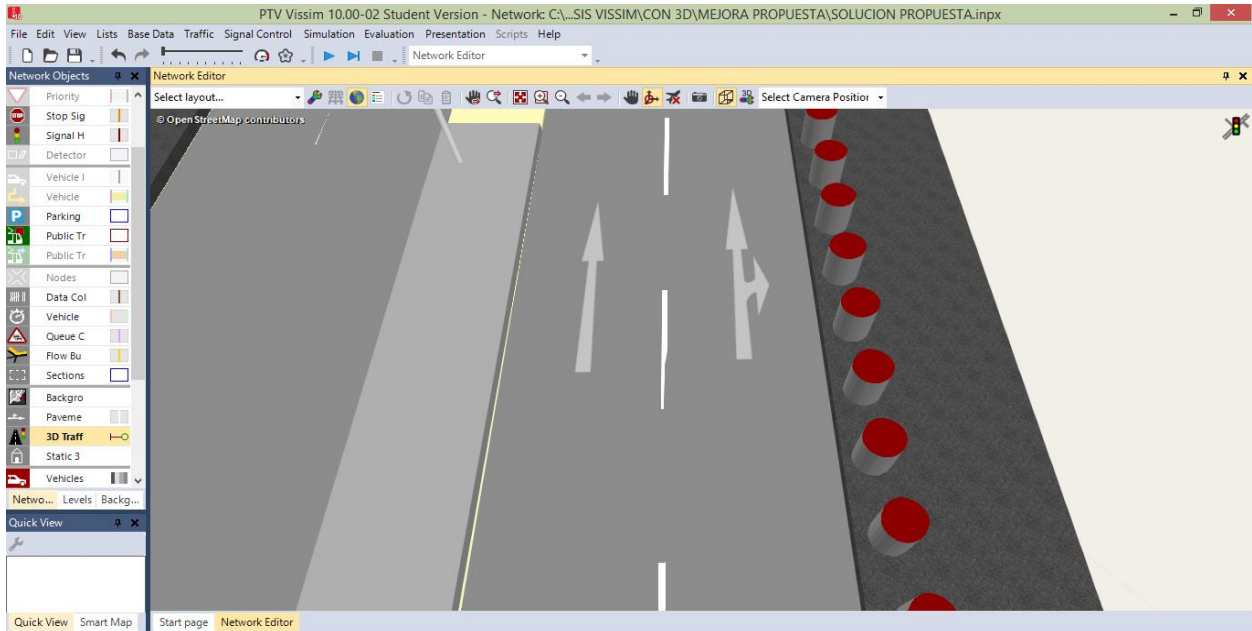
Vista en 2D – Simulación en PTV Vissim



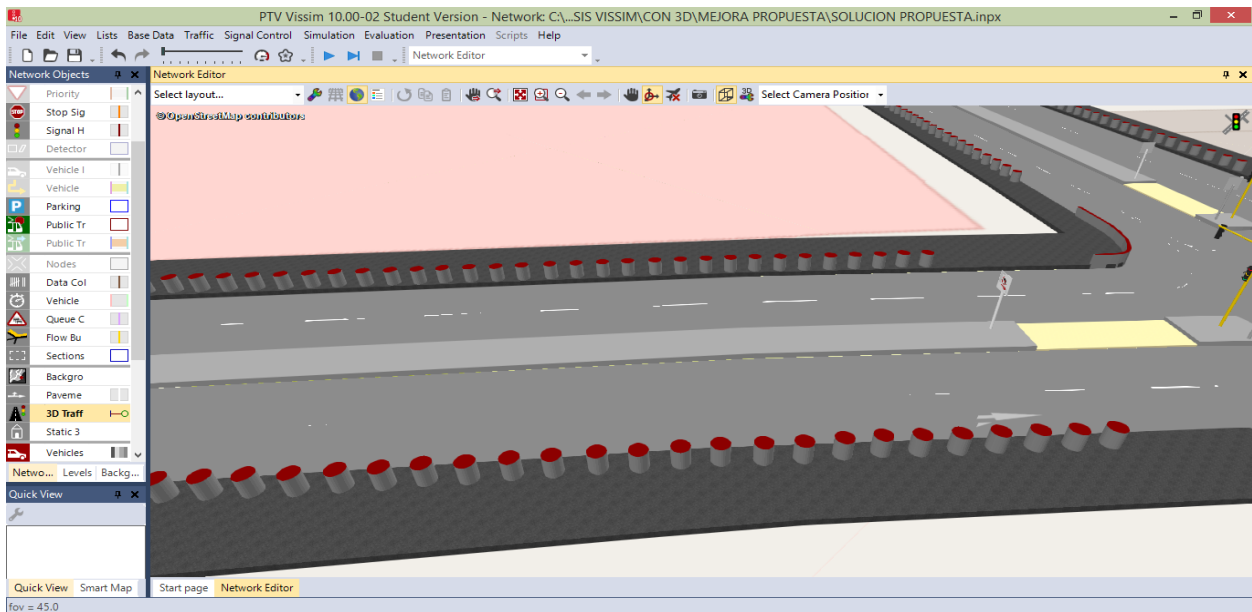
Vista en 3D - Implementación de Señalización Vertical



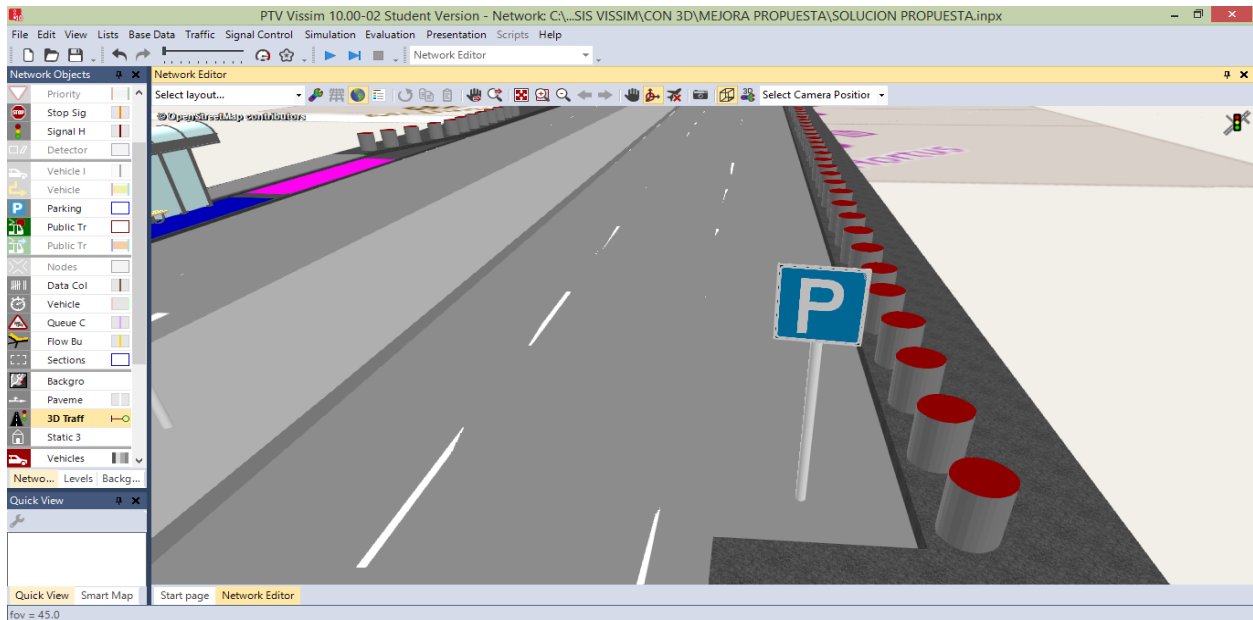
Vista en 3D - Implementación de Señalización Horizontal



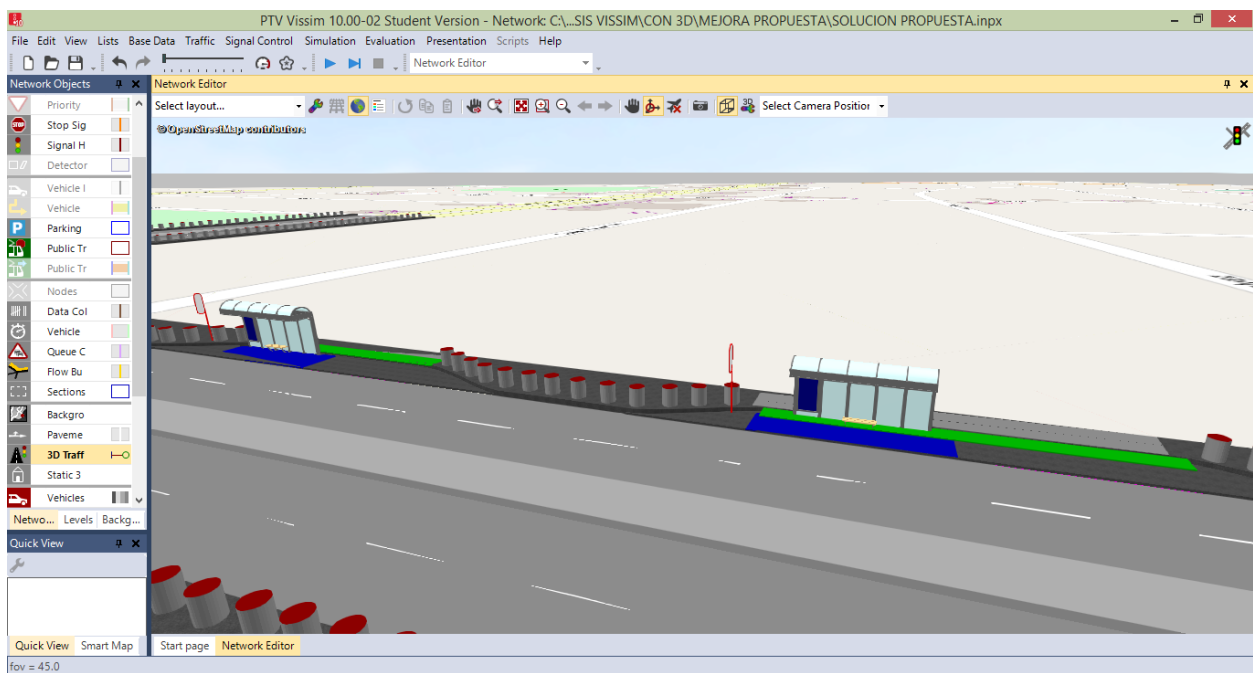
Vista en 3D - Implementación de Parantes de Cierre de Concreto con medidas de 1.20 metros de alto, 0.15 metros de diámetro y, están ubicadas con un espaciamiento de 0.50 metros



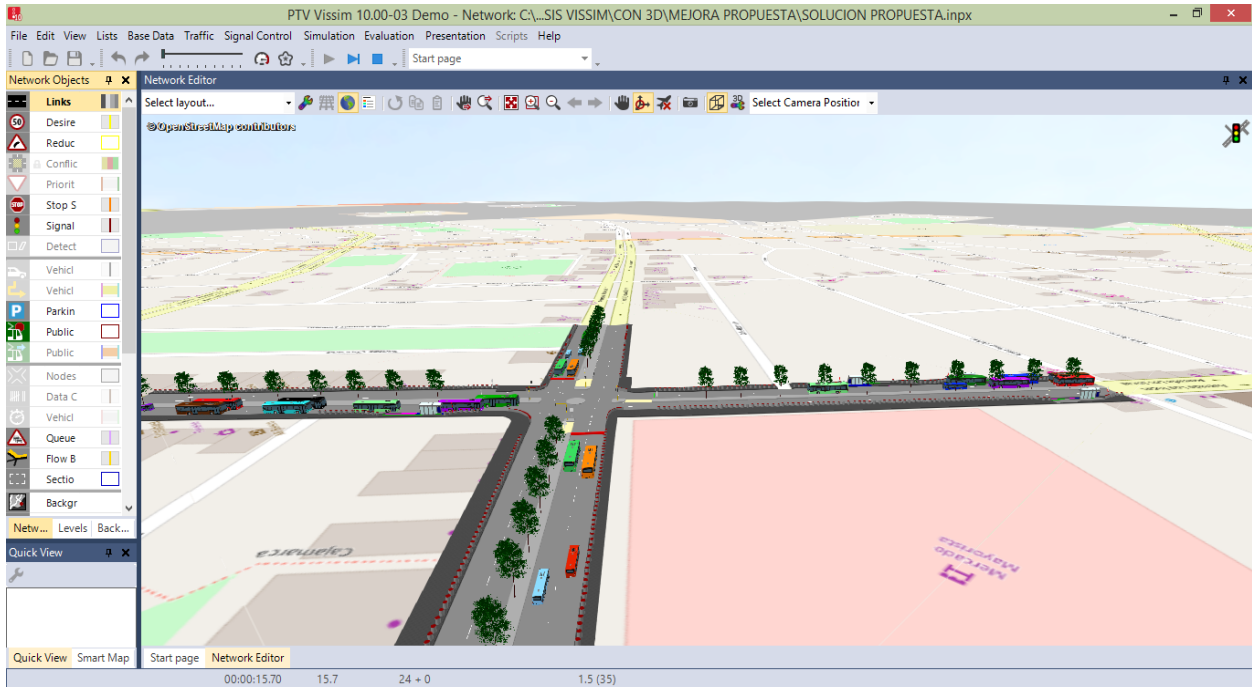
Vista en 3D – Zona de Parqueo exclusivo para autos particulares, debido a la existencia de negocios bancarios en esta zona



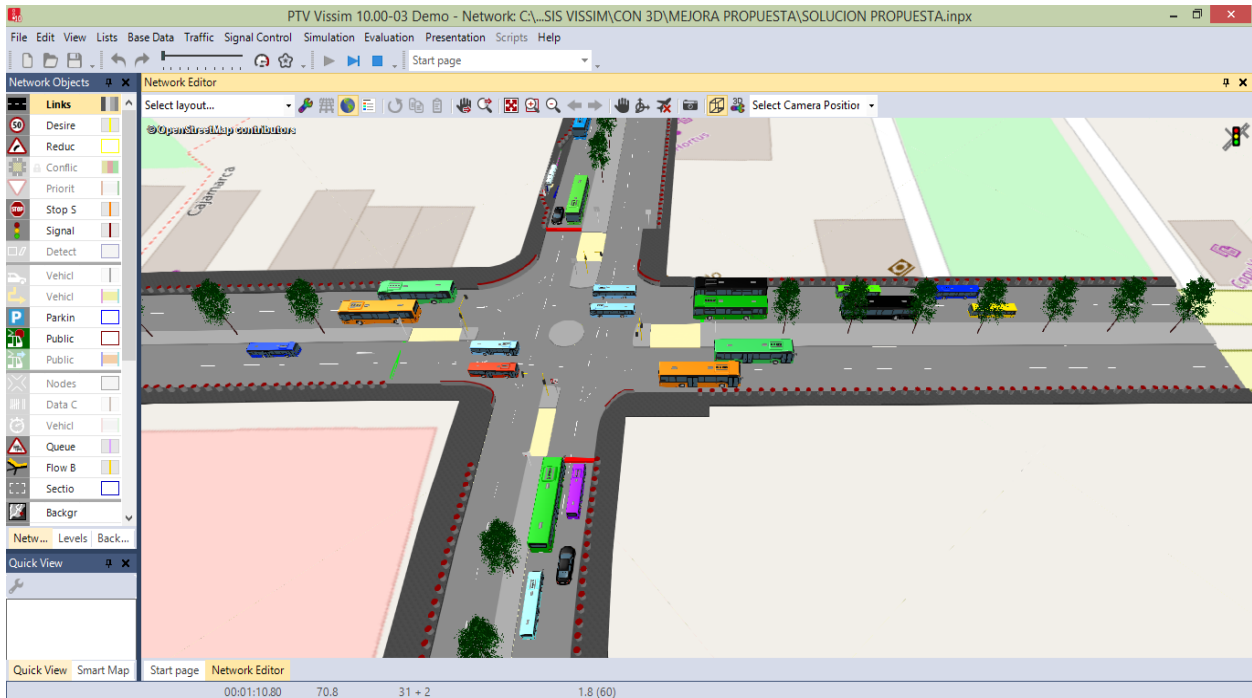
Vista en 3D – Implementación de Paraderos en la Avenida César Vallejo



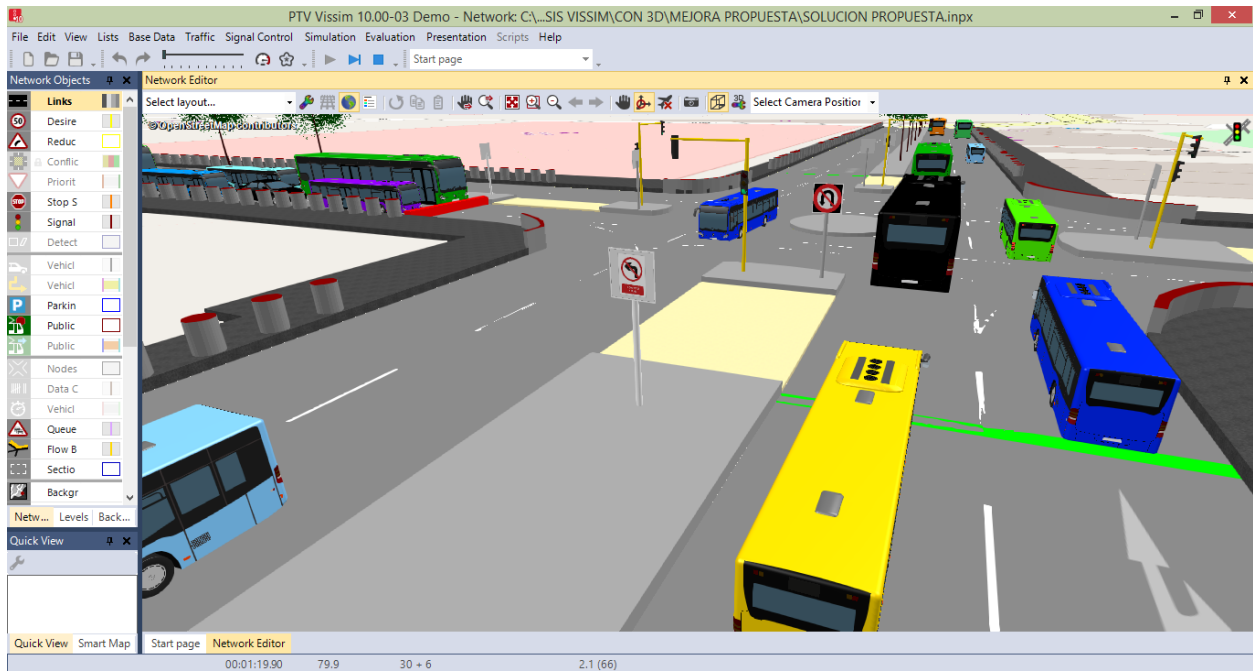
Vista en 3D – Simulación en PTV Vissim



Vista en 3D – Circulación de vehículos durante la simulación en PTV Vissim



Vista en 3D – Circulación de vehículos durante la simulación en PTV Vissim



ANEXO N°8

PANEL FOTOGRÁFICO

Alto congestionamiento vehicular en la intersección de las Avenidas César Vallejo con José

María Euguren



Intervalos de tiempo donde el tráfico vehicular es bajo en intersección de las Avenidas César

Vallejo con José María Euguren



Cola de Vehículos en la Avenida César Vallejo 3



Circulación de vehículos en hora pico en la Intersección Vial de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren



Conteo manual de vehículos en un carril de la Intersección Vial de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren



Conteo manual según la clasificación de vehículos en un carril de la Intersección Vial de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren



PLANOS