



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta del mejoramiento de circulación vehicular evaluando tráfico aplicando técnica SYNCHRO. Cruce vehicular cinco esquinas - Avenida Tacna – Juliaca – Perú – 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Quispe Huisa, Midward Faustino (ORCID: 0000-0001-8484-1824)

ASESOR:

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi querida madre Lola Huisa Yanarico, por el gran sacrificio y amor incondicional que me brinda, por la voluntad y perseverancia que siempre demuestras, este logro es tuyo también.

A mi padre Faustino Quispe Calderon que desde el cielo me cuida y camina junto a mí, sé que del lugar en donde te encuentres te sientes feliz por este logro, va dedicado a ti.

A mi esposa Cyntia que siempre está a mi lado brindándome su amor y apoyo incondicional, y a mi querido hijo Ramsé que es la razón que me motiva a ser una mejor persona y seguir luchando en la vida.

A mis familiares que aportaron a un granito de arena para que esto se cumpla, siempre los tendré presente.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios por darme cada día de vida y guiarme por el camino correcto.

A la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil por haber contribuido con la guía para la elaboración de la tesis para el título profesional.

Al Ms. Gustavo Adolfo Aybar Arriola, asesor del presente trabajo de investigación, por su valiosa enseñanza y acertada dirección.

Agradecimiento sincero a todas las personas, amigos y familiares que de manera directa e indirecta motivaron y contribuyeron en la ejecución y culminación de la presente tesis de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	23
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	23
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	24
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	26
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	27
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	30
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN.....	88
VI. CONCLUSIONES	90

VII. RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS	94
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Capacidad en condiciones ideales</i>	12
Table 2	<i>Diferentes métodos, estrategias y algoritmos de control de tráfico</i>	16
Tabla 3	<i>Encuesta de diferentes simuladores de tráfico</i>	18
Tabla 4	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	27
Tabla 5	<i>Evaluación de propuestas de mejoras de transitabilidad vehicular</i>	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Congestión vehicular en el cruce cinco esquinas de la Av. Tacna</i>	2
Figura 2	<i>Ejemplo de propuesta de optimización de circulación vehicular</i>	20
Figura 3	<i>Esquema de identificación de intersecciones objeto de estudio</i>	33
Figura 4	<i>Características de la geometría vista en planta de la intersección 1</i>	34
Figura 5	<i>Características de la geometría vista en planta de la intersección 2</i>	35
Figura 6	<i>Formato para estudio de tráfico vehicular - MTC</i>	36
Figura 7	<i>Punto de aforo vehicular del área de estudio</i>	37
Figura 8	<i>Hoja de resumen de aforo vehicular mixto en la Intersección 1</i>	38
Figura 9	<i>Hoja de resumen de aforo vehicular mixto en la Intersección 2</i>	39
Figura 10	<i>Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 1 - Mañana</i>	41
Figura 11	<i>Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 1 - Tarde</i>	42
Figura 12	<i>Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 2 - Mañana</i>	43
Figura 13	<i>Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 2 - Tarde</i>	44
Figura 14	<i>Volumen vehicular en intervalos de 15 minutos - Intersección 1</i>	45
Figura 15	<i>Volumen de vehículos en intervalos de una hora - Intersección 1</i>	45
Figura 16	<i>Volumen vehicular en intervalos de 15 minutos - Intersección 2</i>	46
Figura 17	<i>Volumen de vehículos en intervalos de una hora - Intersección 2</i>	46
Figura 18	<i>Ubicación de los semáforos en las intersecciones en estudio</i>	47
Figura 19	<i>Registro de tiempos del ciclo semafórico - Intersección 1</i>	48

Figura 20	<i>Registro de tiempos del ciclo semafórico - Intersección 2</i>	48
Figura 21	<i>Ciclo de semaforización en la intersección 1</i>	49
Figura 22	<i>Interfaz de Google Earth Pro para la exportación del background</i>	50
Figura 23	<i>Icono de la herramienta de simulación Synchro 8.0</i>	50
Figura 24	<i>Interfaz inicial de la herramienta Synchro 8.0</i>	51
Figura 25	<i>Interfaz durante la importación del background</i>	51
Figura 26	<i>Importación de Background en escala real</i>	52
Figura 27	<i>Trazo de las intersecciones viales</i>	53
Figura 28	<i>Configuración de Lanes and Sharing</i>	53
Figura 29	<i>Configuración de Traffic Volume</i>	54
Figura 30	<i>Configuración de Street Name</i>	54
Figura 31	<i>Configuración de Link Distance por defecto</i>	55
Figura 32	<i>Configuración de Link Speed</i>	55
Figura 33	<i>Configuración de Set Arterial Name and Speed</i>	56
Figura 34	<i>Configuración de Travel Time por defecto</i>	56
Figura 35	<i>Configuración de Ideal Satd. Flow por recomendación de HCM</i>	57
Figura 36	<i>Configuración de Lane Width</i>	57
Figura 37	<i>Configuración de Grade</i>	58
Figura 38	<i>Configuración de Area Type CBD</i>	58
Figura 39	<i>Configuración de "Storage Length" y "Storage Lanes"</i>	59
Figura 40	<i>Configuración de "Rigth Turn Channelized" y "Curb Radius"</i>	60

Figura 41	<i>Cálculos determinados por Synchro 8.0, acorde al HCM 2010</i>	60
Figura 42	<i>Configuración final de la plantilla "Lane Settings" - Intersección 1</i>	61
Figura 43	<i>Configuración final de la plantilla "Lane Settings" - Intersección 2</i>	62
Figura 44	<i>Configuración de "Conflicting Peds" y "Conflicting Bicycles"</i>	63
Figura 45	<i>Configuración de Peak Hour Factor</i>	64
Figura 46	<i>Configuración de Growth factor</i>	64
Figura 47	<i>Configuración de Heavy Vehicles</i>	65
Figura 48	<i>Configuración de Bus Blockages</i>	65
Figura 49	<i>Configuración de "Adj. Parking Lane" y "Parking Maneuvers"</i>	66
Figura 50	<i>Calculo de Adjusted Flow por Synchro 8.0</i>	67
Figura 51	<i>Configuración de Lane Group Flow por Synchro 8.0</i>	68
Figura 52	<i>Configuración final plantilla Volume Settings - Intersección 1</i>	69
Figura 53	<i>Configuración final plantilla Volume Settings - Intersección 2</i>	69
Figura 54	<i>Configuración de Turn Type</i>	70
Figura 55	<i>Configuración de "Protected Phases" y "Permitted Phases"</i>	71
Figura 56	<i>Configuración de "Detector Phases", "Switch Phases", "Leading Detector" y "Trailing Detector"</i>	72
Figura 57	<i>Configuración de Minimum Initial</i>	72
Figura 58	<i>Configuración de Minimum Split</i>	73
Figura 59	<i>Configuración de Total Split</i>	73
Figura 60	<i>Configuración de "Yellow Time" y "All-Red Time"</i>	74

Figura 61	<i>Configuración final plantilla Timing Settings - Intersección 1</i>	75
Figura 62	<i>Configuración final plantilla Timing Settings - Intersección 2</i>	75
Figura 63	<i>Configuración de nudo - Intersección 1</i>	76
Figura 64	<i>Configuración de nudo - Intersección 2</i>	77
Figura 65	<i>Representación en Map Window de los niveles de servicio actuales en las intersecciones 1 y 2</i>	78
Figura 66	<i>Simulación animada en Sim traffic 8 de la situación actual</i>	79
Figura 67	<i>Simulación en 3D Viewer 8 de las intersecciones en su estado actual</i>	79
Figura 68	<i>Optimización de la Intersección con Optimize Cycle Length</i>	80
Figura 69	<i>Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°01 en las intersecciones 1 y 2</i>	81
Figura 70	<i>Configuración de 4 fases protegidas a 2 fases</i>	82
Figura 71	<i>Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°02 en las intersecciones 1 y 2</i>	82
Figura 72	<i>Configuración de la intersección 2 quitando la semaforización</i>	83
Figura 73	<i>Optimización del ciclo semafórico en la Intersección 1</i>	84
Figura 74	<i>Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°03 en las intersecciones 1 y 2</i>	84
Figura 75	<i>Configuración de carriles y eliminación del giro a la izquierda en la Intersección 1</i>	85
Figura 76	<i>Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°04 en las intersecciones 1 y 2</i>	86

RESUMEN

El trabajo de investigación se ha desarrollado en la intersección de la Av. Tacna con el Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca – Puno en el año 2021. Con el objetivo plantear una propuesta que permita mejorar la circulación vehicular, conforme a una evaluación de tráfico, con la aplicación de la técnica Synchro. La metodología empleada dio inicio con la evaluación del tráfico actual, bajo condiciones reales de operación; posterior a ello se procedió a realizar la simulación del estado del tráfico actual mediante el Synchro; seguidamente se realizaron simulaciones con Synchro para poder plantear diferentes alternativas de mejora, por último, se evaluaron las propuestas y se eligió la alternativa que brindo los mejores resultados. Del resultado de la investigación se planteo una propuesta de mejora de las condiciones de circulación vehicular, de un nivel de servicio F, a un nivel de servicio B, bajo la optimización de los ciclos semafóricos y modificaciones de las señales de regulación vehicular. Finalmente se concluyó que la propuesta de mejora de circulación, de las simulaciones en Synchro, brinda un nivel de servicio aceptable para las intersecciones evaluadas.

Palabras Clave: Ciclo semafórico, Congestión vehicular, Flujo vehicular, Nivel de servicio

ABSTRACT

The research work has been developed at the intersection of Av. Tacna with Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires of November 4 and Jr. Tarapacá; of the city of Juliaca - Puno in the year 2021. With the aim of proposing a proposal that allows improving vehicular circulation, according to a traffic evaluation, with the application of the Synchro technique. The methodology used began with the evaluation of current traffic, under real operating conditions; after that, the simulation of the current traffic state was carried out using Synchro; then simulations were carried out with Synchro to be able to propose different alternatives for improvement, finally, the proposals were evaluated and the alternative that provided the best results was chosen. From the result of the research, a proposal was raised to improve the conditions of vehicular traffic, from a service level F, to a service level B, under the optimization of traffic light cycles and modifications of the vehicle regulation signals. Finally, it was concluded that the circulation improvement proposal, from the simulations in Synchro, provides an acceptable level of service for the evaluated intersections.

Keywords: Traffic congestion, Traffic flow, Traffic light cycle, Service level

I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática en los últimos años, el incremento del número de unidades vehiculares en el Perú, que circulan por las principales vías en las zonas urbanas, ha generado problemas de congestión en el tránsito vehicular y peatonal; presentándose dicho problema en las intersecciones o cruces viales en horas pico de mayor flujo de tránsito; en donde los usuarios son los más perjudicados.

En la ciudad de Juliaca cuya actividad económica principal es el comercio e industria, se ve favorecida con las interconexiones viales dentro y fuera de la zona urbana; la infraestructura vial con la que cuenta la zona urbana de la ciudad adolece de una gestión de tráfico, puesto que en las principales intersecciones viales se tiene una demanda vehicular mayor a la oferta de la infraestructura vial. A esto se suma un crecimiento poblacional desmedido que carece de un Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial, lo que agrava el problema de congestión vehicular.

En la actualidad se utilizan herramientas de simulación de tráfico; dentro de ellas se encuentra el software SYNCHRO que cuenta con un enfoque microscópico en la interacción semafórica de cruces viales con los respectivos vehículos y peatones; a su vez brinda un entorno realista del tránsito en una determinada área vial, y nos proporciona propuestas de optimización de tráfico vehicular, para de esta forma poder disminuir el problema de congestión vial. Bajo esta realidad problemática nace la necesidad de emprender el estudio de investigación a un nivel microscópico enfocado a identificar las causas que generan el congestionamiento vehicular en la ciudad de Juliaca como se puede apreciar en la Figura 1, y mediante el uso de la herramienta SYNCHRO plantear propuestas de optimización del flujo del transporte urbano.

Figura 1

Congestión vehicular en el cruce cinco esquinas de la Av. Tacna



Nota. El grafico representa la congestión vehicular en la hora pico de mayor tránsito, correspondiente a la intersección de la Av. Tacna con las vías: Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá.

¿Cómo podemos plantear la propuesta del mejoramiento de circulación vehicular mediante la evaluación del tráfico actual aplicando la técnica del Synchro en el cruce vehicular cinco esquinas de la Avenida Tacna? corresponde al problema general.

El **primer problema específico** que se identificó corresponde a la pregunta ¿Cómo podemos evaluar el tráfico actual de las condiciones existentes en circulación vehicular, de las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca?; como **segundo problema específico** se formuló la pregunta

¿Cuál es el procedimiento adecuado de la técnica Synchro en la simulación de tráfico vehicular para las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca?; como **tercer problema específico** se planteó la pregunta ¿Qué alternativas de solución se pueden plantear para mejorar la circulación vehicular en las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca?; y finalmente se planteó el **cuarto problema específico** mediante la pregunta ¿Cuál sería el resultado de la evaluación del tráfico aplicando la técnica del Synchro?

Ha razón de los problemas detallados se tiene como objetivo general el de plantear la propuesta para el mejoramiento de circulación vehicular mediante la evaluación del tráfico aplicando la técnica del SYNCHRO en el cruce vehicular cinco esquinas de la Avenida Tacna.

Como **primer objetivo específico** el de evaluar el tráfico actual de las condiciones existentes en circulación vehicular, de las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca; como **segundo objetivo específico** el de mostrar el procedimiento adecuado de la técnica Synchro en la simulación de tráfico vehicular, para las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca; como **tercer objetivo específico** el de plantear propuestas de solución para mejorar la circulación vehicular en las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca; como **cuarto objetivo específico** el de evaluar las propuestas de solución para proponer una adecuada mejora de las condiciones de circulación vehicular de las intersecciones Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca.

Como la investigación que se está desarrollando es de tipo descriptivo no se consideró plantear hipótesis, además que es univariable.

II. MARCO TEÓRICO

Luego de haber evidenciado la realidad problemática y planteado los problemas, defino el marco teórico presentando antecedentes internacionales y nacionales, así mismo detallo el marco teórico referente a la investigación.

Como antecedente internacional se tiene a Yulianto (2020), que debido a la congestión vehicular por el incremento desmedido del uso de vehículos en la ciudad de Surakarta en Indonesia, desarrolló el trabajo de investigación “Análisis de ingeniería y gestión del tráfico del área de sobrevuelo de Manahan mediante el uso de micro-simulación de tráfico VISSIM” perteneciente a la Universidad Sebelas Maret; donde se tuvo como área de estudio para la investigación una intersección vial entre una línea ferroviaria y una vehicular, que cuenta con un paso a desnivel que careció de una gestión de tráfico durante su diseño, lo que generaba congestión vehicular; por tal razón tuvieron como objetivo de estudio realizar una micro-simulación de tráfico en tres escenarios. En el escenario 1 propuso eliminar puntos de estacionamiento en la vía objeto de estudio, en el escenario 2 propuso prolongar el tiempo de verde en la fase semafórica, y como escenario 3 la optimización de sincronización de señales de control de tráfico. Llegando a la conclusión de que el escenario 3 brindaba condiciones más óptimas en la gestión del tráfico, mejorando el desempeño de la red vial.

Tomando en cuenta la existencia de una variedad de metodologías para optimizar señales de tránsito de tiempo fijo que se basan en los volúmenes de tráfico, Ma et al. (2020) desarrollaron el estudio de investigación “Optimización multiobjetivo de señales de tráfico basada en datos de trayectoria de vehículos en intersecciones aisladas” en China, cuyo objetivo fue el de reducir las fases saturadas y tiempos de retraso vehiculares, proponiendo un modelo en base a una jerarquía multiobjetivo para optimización de señales de tráfico según los trayectos vehiculares en intersecciones viales saturadas o medianamente saturadas. Después de las simulaciones realizadas mediante el modelo, evidenciaron las ventajas en optimización sobresalientes a las simulaciones realizadas por Synchro Studio.

Teniendo como precedente la problemática sobre la congestión vehicular que viene suscitándose en varios países, Cárdenas et al. (2018) decidieron emprender un trabajo sobre gestión del tráfico de una vía de elevado tránsito vehicular y constante congestión en Chile, denominado “Minimización de la congestión a través de la gestión sostenible del tráfico: un enfoque de micro-simulación” en la Universidad Católica de Valparaíso, con el objetivo de proponer una alternativa para mejorar el transporte vehicular de una carretera mediante una micro-simulación en VISSIM, posterior al proceso de simulación se proponen varias alternativas de solución, de las cuales los autores llegan a la conclusión de que para poder obtener mejoras en la gestión del tráfico de la carretera analizada, se requiere usar carriles cortos para buses en paraderos, también la utilización de unidades vehiculares compartidas con un 30% mínimo y establecer periodos semafóricos de 90 segundos.

Debido a las condiciones negativas que genera la congestión vehicular en la población de una zona urbana Udomsilp et al. (2017) realizaron un estudio de investigación en referencia a la problemática del tráfico vehicular sobresaturado de la ciudad de Bangkok en Tailandia, enfocado principalmente en el control semafórico; trabajo denominado “Análisis de datos de tráfico en Sathorn Road con optimización sincronizada y simulación de tráfico” correspondiente a la Universidad de Chulalongkorn, cuyos objetivos de investigación planteados se enmarcan en mejorar la sincronización de las señalizaciones de tránsito vehicular de la carretera sathorn con las intersecciones viales Surasak, Narinthorn y Wittayu; en donde concluyen que el tiempo del ciclo semafórico simulado mediante el Synchro presenta mejoras durante las horas pico, ya que en los resultados se evidencia reducción de los tiempos de viaje; indicando a su vez que se pueden desarrollar más mejoras a la problemática.

La situación adversa del tráfico genera condiciones económicas y medioambientales desfavorables, bajo esa problemática Allequer et al. (2017) buscaron gestionar el tráfico con el uso estructurado de señalizaciones, por lo que desarrollaron el estudio de investigación “Efecto potencial del sistema de señalización de tráfico en la ciudad de Catbalogan, Filipinas” de la Universidad Estatal de Samar en Filipinas, cuyo objetivo fue caracterizar el tráfico vehicular y

determinar las mejoras que brindan las señales de tráfico de intersecciones representativas con gran flujo vehicular en la ciudad de Catbalogan, mediante el uso del Synchro Studio 8.0. Donde las conclusiones indican que, debido al crecimiento desmesurado del tráfico vehicular, se necesita instalar un sistema de señalización para gestionar el tráfico, recomendando realizar una evaluación independiente de cada intersección que se adapte a las características del tráfico; a su vez indican que el cambio de los rickshaws (carro tirado por un hombre) por triciclos motorizados generara problemas en el medio ambiente por la emisión de gases producto del consumo de combustibles.

Como antecedentes nacionales se tiene a Arzapalo (2021) quien presentó la Tesis titulada “Estudio del tráfico vehicular y solución integral para el mejoramiento del transporte en el centro histórico del distrito de Ayacucho, 2021”. El estudio de investigación se desarrolló aplicando la metodología del HCM y simulación con el software Synchro Studio 8.0, en la Universidad Cesar Vallejo. Cuyo objetivo de estudio fue elaborar una propuesta para mejorar las condiciones de tráfico vehicular existente en el centro histórico de Ayacucho, en base a la simulación vehicular. Donde el autor concluye que las metodologías HCM y SYNCHRO brindan escenarios favorables en el flujo vehicular, optimizando de esta forma los tiempos en los semáforos y por ende los niveles de servicios de las intersecciones consideradas en el área de estudio.

Según la Tesis titulada “Análisis y evaluación de la capacidad y del nivel de servicio de la intersección semaforizada Fermín Arbulú y Tacna de la ciudad de Puno aplicando las metodologías HCM 2000 y SYNCHRO 8” Ancco (2020); tuvo como objetivo general la evaluación de capacidad y nivel de servicio de la intersección considera como objeto de estudio empleando las metodologías HCM y SYNCHRO, ya que para el autor la intersección vial seleccionada que se encuentra ubicado en la parte céntrica de la ciudad de Puno, representa un punto de congestión vehicular desfavorable para el tránsito vehicular y peatonal. Llegando a la conclusión que el desarrollo de la metodológica propuesta para la investigación del cruce de la avenida Tacna con el jirón Fermín Arbulú es variable; habiendo obtenido mediante el HCM 2000 que la intersección trabaja a un 71% de su capacidad de operación,

con un nivel de servicio “D”, a su vez mediante la herramienta Synchro a un 90% de su capacidad de operación y un nivel de servicio “D” como resultado de la evaluación realizada.

El incremento del flujo de vehicular en la parte céntrica de la ciudad de Juliaca presenta un nivel caótico por el crecimiento de la población y el aumento de la adquisición de unidades vehiculares, que motivo a Quiroz (2019) realizar el trabajo de investigación “Alternativas metodológicas HCM-2010 y SYNCHRO 8.0 para la optimización de la transitabilidad vehicular en la ciudad de Juliaca” que tuvo por objeto analizar 13 intersecciones viales representativas de las zonas con mayor concentración de comercio formal e informal, instituciones educativas y otros; que ocasionan congestión en el tránsito, mediante el empleo del HCM 2010 y Synchro Studio 8.0. Después de haber realizado las simulaciones correspondientes y elegido la mejor alternativa, se logró una optimización del 30.55% de la capacidad de tránsito en las intersecciones viales consideradas, que corrobora la eficacia de estas herramientas para la gestión del tráfico.

El estudio de tráfico a nivel microscópico realizado en la tesis “Evaluación y mejora de tres intersecciones de la Avenida Canadá utilizando herramienta de microsimulación de tráfico” de la Universidad San Ignacio de Loyola, desarrollado por Sanchez (2019), se realizó con la finalidad de reducir los niveles de congestión y proponer mejoras del nivel de servicio que brindan los cruces viales de Avenida Canadá con Avenida Aviación, San Luis y De la Arqueología en San Luis, Lima, mediante la utilización del software VISSIM como herramienta de modelación de tráfico. Después de evidenciar las condiciones de saturación del tráfico vehicular, se determinaron 3 alternativas para el mejoramiento del tránsito, la primera enfocado a la mejora del sistema de semaforización existente, la segunda alternativa propone una mejora integral que considera las características geométricas de las intersecciones, sistema semafórico, señales y paraderos, y como tercera alternativa semaforización inteligente; concluyendo después de una evaluación que la segunda propuesta resulta ser la más eficiente y viable en cumplimiento del propósito del estudio de investigación.

El incremento demográfico y de unidades vehiculares genera problemas en la movilización de las personas en las áreas urbanas de todas las ciudades a nivel mundial, por ello Torrejón (2018) realizó la tesis “Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1 – 8 del jirón Orellana -Tarapoto - San Martín, 2018” con el objetivo de proponer una solución global al tráfico de los vehículos que existe en las intersecciones del Jirón Orellana, hallando el índice medio diario vehicular, capacidad y nivel de servicio, analizando la semaforización e identificando puntos críticos en horas pico. Concluyendo que el flujo vehicular excedía la oferta o capacidad vial en horas críticas o de mayor tránsito generando congestión, la capacidad de servicio era deficiente para las unidades vehiculares que fluyen en las vías en horas de máxima demanda, los ciclos semafóricos de las intersecciones eran variables de 2 a 4 ciclos, identificando a su vez una intersección crítica con una mayor demanda vehicular a comparación de las demás intersecciones.

La ciudad de Lima en Perú atraviesa una problemática de congestión vehicular que se refleja en la ciudad de Huaraz, Rondoño (2018) decidió realizar el estudio de investigación “Análisis vial en las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi – Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo vehicular” bajo la propuesta de realizar una evaluación de las intersecciones viales objeto de estudio para realizar optimizaciones de las condiciones de circulación vehicular empleando el HCM 2010 y el Synchro 8.0. El autor concluye que se tiene un nivel de servicio en categoría C, velocidades vehiculares entre 11.2 a 19.5 Km/h, estacionamiento en zonas rígidas, coordinaciones deficientes en sentido de flujo; las cuales mediante una modelación con la herramienta Synchro genero condiciones favorables para la propuesta del tesista que consistía en la optimización del ciclo semafórico de manera independiente acorde a los volúmenes de vehículos que circulan según el sentido del flujo.

La congestión de vehículos que se da en la ciudad de Tacna, se hace más habitual para los pobladores de dicho lugar, en vías principales generalmente, dicha problemática motivo a Urbina y Torres (2018) desarrollar el trabajo de investigación denominado “optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna”, trabajo enfocado en

analizar las circunstancias que provocan la congestión de unidades vehiculares en la intersección de las dos vías vehiculares principales. Llegando a la conclusión de que con la modificación de las fases protegidas para los semáforos de 4 a 2 fases, representa la alternativa más adecuada, de implementación rápida, con la restricción de giros a la izquierda para las unidades vehiculares en resguardo de su seguridad por las posibilidades de generar choques entre vehículos.

Como bases teóricas para definir esta investigación comienzo detallando la importancia del flujo de tráfico vehicular, según Pérez (2019) el estudio del tráfico se hace posible abordando dos problemas específicos, como son las características de recorrido de las unidades vehiculares y el aforo o cantidad de los vehículos para determinar los flujos.

El transporte público según Celi (2018) es un medio de transporte, que se encuentra a disposición de manera pública para un grupo de personas (pasajeros), dicho transporte debe de brindar un servicio de calidad y de libre accesibilidad a los entes conformantes de una sociedad, promoviendo un tránsito sostenible en función a los factores de oferta y demanda.

La congestión del tráfico vehicular representa una grave enfermedad en las regiones en vías de desarrollo según lo indica Mohanty (2019), representando un problema en la vida diaria, generando retrasos en el tránsito vehicular como consecuencia también en el peatonal; desperdicio de combustible que se representa a su vez en pérdida de dinero. Por lo que el autor propone realizar simulaciones de la movilidad urbana bajo escenarios realistas, en donde se evidencie la congestión vehicular como un problema crítico; evaluando parámetros como la rapidez del crecimiento vehicular, crecimiento del número de unidades vehiculares de cuatro ruedas, infraestructura vial inadecuada y la incorporación de un plan de desarrollo que permitan mejorar las condiciones de transitabilidad.

Las infraestructuras de transporte se sobrecargan según Toole et al. (2015), debido a un rápido crecimiento urbanístico; en donde los sistemas computacionales

cumplen una función muy importante, puesto que proporcionan nuevas alternativas de medición de la demanda de infraestructuras viales, el diagnóstico de los problemas generados y una planificación a futuro. Los métodos y modelos a plantearse requieren de una fuente de datos enmarcada en una planificación urbana y de transporte. Es por ello que se requiere modelos integrales que brinden soluciones de extremo a extremo, con recolección de datos en forma masiva y el empleo de nuevos algoritmos que nos brinden resultados satisfactorios.

La planificación de transporte sostenible según Dingil (2020) tiene como principio el de encontrar medios de transporte que reemplacen el uso de vehículos motorizados, en donde la cultura de una población es determinante para una planificación sostenible, que se enfoca en disminuir los impactos socioeconómicos y ambientales, como la promoción de la igualdad, reducción de gastos en viajes, disminución de la contaminación ambiental, todo ello determinado en función de los factores socio-técnicos.

Según Pucher y Buehler (2017) en su publicación indican que, en las últimas décadas a la fecha de su publicación, la planificación del transporte sostenible, no consideraba a la bicicleta como un medio de transporte eco-sostenible, sin embargo también indican que ya se vienen incrementando las investigaciones referentes al ciclismo como una de las mejores alternativas de medio de transporte sostenible, frente a la problemática que se viene generando por el uso de vehículos automotores; tanto en la congestión vehicular como el daño al medio ambiente.

Para Trejo (2016) mejorar las condiciones de transitabilidad enfocado solamente en la infraestructura vial para disminuir la congestión vehicular, no conlleva a una situación favorable, por lo que es necesario incorporar un transporte público de calidad y con políticas públicas sostenibles que promuevan en uso de transporte no motorizado para obtener condiciones de tránsito favorable tanto vehiculares y peatonales.

Para González y Rey (2016), la ingeniería de tránsito se enfoca en la cantidad representativa de unidades vehiculares para una hora crítica de mayor flujo

vehicular, relacionando con la capacidad que tiene una vía y otros aspectos a considerar, puesto que se requiere los valores más críticos para su análisis.

El estudio de tránsito según Moreno (2016), nos permite realizar un estudio real de las condiciones existentes de los diferentes componentes que regulan la movilidad dentro de un espacio determinado, realizando la simulación de escenarios nuevos en mejora de forma eficiente y con seguridad; respetando a su vez el medio ambiente.

Según la Transportation Research Board (TRB, 2000), indica que la capacidad vial representa, la mayor cantidad de unidades vehiculares que podrán circular en un punto en específico y periodo determinado bajo situaciones existentes de tráfico vehicular; la determinación de dicho parámetro se puede dar en intersecciones de flujo vehicular constante y un control bajo las mismas condiciones. También menciona que el nivel de servicio determina la condición óptima del flujo de unidades vehiculares dentro de una intersección o vía que brinde el confort y libertad para el tránsito.

La capacidad vial según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018) está determinada por la cantidad de unidades vehiculares por una unidad de tiempo que pueden transitar por el ancho de una calzada en condiciones constantes de flujo, dado por un volumen por hora el cual no debe de excederse, a menos que las condiciones estables cambien. En la Tabla 1 se representan los valores referenciales a la capacidad vial.

Tabla 1

Capacidad en condiciones ideales

Sentido de Tránsito	Clase de Vía	Capacidad Ideal
Unidireccional	Carretera	2 carriles por sentido 2,200 VL/h/carril
		3 o más carriles por sentido 2,300 VL/h/carril

	Multicarril	2,200 VL/h/carril
Bidireccional	Dos carriles	2,800 VL/h/ambos sentidos

Nota. Fuente: MTC (2018)

Los Niveles de Servicio que te brinda una carretera para el MTC (2018) está estimado en función a la cantidad de unidades vehiculares que transita por una vía y su capacidad vial de la misma; indicando que un nivel de servicio admisible corresponde a una demanda vehicular por debajo de la capacidad de una carretera. A su vez establece niveles de servicio bajo las siguientes características:

- El Nivel A, corresponde a un nivel de flujo vehicular óptimo, que ofrece al conductor confort en condiciones físicas y psicológicas, con interrupciones de flujo mínimas que no afectan a las maniobras del conductor y que no te obligan a variaciones de velocidad en el tránsito.
- El Nivel B, corresponde a un nivel bajo condiciones favorables de circulación, en donde los vehículos que van a velocidades menores afectan el desplazamiento de vehículos que van a mayor velocidad. Se tienen interrupciones vehiculares menores que pueden ser absorbibles con facilidad.
- El Nivel C, en donde la densidad vehicular afecta las velocidades de tránsito, donde las maniobras de adelantamiento se restringen. Las interrupciones significativas afectan el nivel de servicio generando colas de unidades vehiculares.
- El Nivel D, las maniobras de los conductores son restringidas por congestión vehicular, la velocidad del tránsito vehicular es menor, generando colas que evitan poder adelantarse entre vehículos. Son escasas las interrupciones menores que puedan ser absorbidas sin formarse colas.
- El Nivel E, la demanda de vehículos está cerca de alcanzar la capacidad de la vía, se tienen espacios mínimos entre vehículos que obligan a una velocidad menor de circulación y de forma constante. Se presentan interrupciones prolongadas generando colas incluso deteriorando el nivel de servicio hasta obtener un nivel F.

- El Nivel F, representa un flujo con alta congestión, en donde la demanda de unidades vehiculares que transita por una vía excede la capacidad de la misma, generándose un flujo vehicular en condiciones de colapso, con circulación vehicular en formación de colas.

Los dispositivos para el control del tránsito según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016) están conformados por las señalizaciones verticales y horizontales, semáforos y dispositivos de carácter auxiliar, contribuyendo mediante estos dispositivos con la mejora de las condiciones de seguridad en las vías urbanas y carreteras de interconexión en todo el país.

Para poder asignar el tiempo que corresponde a cada color de un semáforo según Nuñez y Villanueva (2014), se inicia identificando las fases que comprende una intersección vial, posterior a ello se determina el ciclo semaforico, y el color verde en función al número de unidades vehiculares que circularan en cada fase, posterior a ello se determina el ámbar y rojo. Procurando que los tiempos asignados proporcionen un desempeño adecuado a las unidades de semaforización, en el control de la circulación de las unidades vehiculares y peatones.

Las señales de tránsito que se consideran como dispositivos de control según MTC (2016) hace referencia a los siguientes tipos:

- Señales de reglamentación; son utilizadas para poner en conocimiento a los usuarios de las vías las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento por el usuario amerita una falta a la normatividad que regula dichos dispositivos de tránsito.
- Señales de prevención; se utilizan como advertencia de posibles riesgos o circunstancias impredecibles que se suscitan en las vías o zonas cercanas, que ayuda a los conductores a tomar las medidas de prevención necesarias.
- Señales de información; utilizadas con el objeto de informar a los usuarios de las vías en áreas visibles, los lugares de interés próximos a la vía y orientaciones a sus lugares de destino, que permita condiciones de circulación amigables.

Las características de las personas frente a la comprensión de las señales de tráfico según Ghadban et al. (2018) proporciona un análisis fundamental en el tema de la seguridad vial. Las señalizaciones regulan el movimiento de los usuarios en las vías brindando información sobre la normativa que regula las condiciones de tránsito; de ahí la importancia de la comprensión de las señales por parte de los usuarios; siendo necesario una evaluación de las características de los conductores y transeúntes en el entendimiento de dichas señales; para que de esa forma se propongan señales adecuadas que permitan generar un tránsito eficiente y seguro.

Los modelos de microsimulación para evaluar el impacto del flujo del tráfico según Grubisic et al. (2020) nos permite determinar la oferta vial para el flujo de vehículos y la demanda de vehículos que tienen las vías, para que en base a ello se proponga un control del tránsito tanto vehicular como peatonal, en mejora de las condiciones negativas generada por la congestión vehicular. A su vez indica que la longitud de las colas generadas por la congestión genera efectos negativos al medio ambiente. Para ello los modelos de microsimulación te permiten analizar la sensibilidad del rendimiento del sistema de tráfico y optimizar las condiciones adversas.

La microsimulación de tráfico mediante el uso de un software para Frosch et al. (2019) permite generar escenarios reales de interacción entre vehículos y peatones de una situación actual con congestión vehicular, y proponer simulaciones de tráfico que permitan aliviar dicha congestión, en función a una base de datos recolecta in situ en tiempo real.

Existe una variedad de modelos de microsimulación de tráfico según Salgado et al. (2016), por tal razón indica que es necesario evaluar los modelos de simulación existentes, para de esta forma determinar que modelos de simulación se adecuan a un determinado problema en específico de congestión vehicular; puesto que entre los modelos existentes de simulación se tiene una variedad de ventajas y desventajas entre ellos. De ahí la necesidad de evaluar los distintos modelos y adoptar el modelo que mejor se adecue a las condiciones existentes del problema, para que nos brinde los mejores resultados en los diferentes escenarios de

simulación y se pueda tomar las mejores decisiones para solucionar el problema de congestión vial.

Según Tchappi et al. (2017) la macro y micro simulación de tráfico se debe de reemplazar por un modelo multinivel con consideración de gran escala, que cuente con respaldo dinámico del nivel durante la simulación, y que proporcione un enfoque de modelado organizacional con la utilización del concepto holón.

El control de señales de tráfico para el medio urbano según Atote et al. (2015) se enfoca en optimizar el tráfico mediante las señales, que se controlan mediante métodos, estrategias y diferentes algoritmos; de los cuales se desprende la Tabla 2.

Table 2

Diferentes métodos, estrategias y algoritmos de control de tráfico

No.	Nombre de Artículo	Año del Artículo	Algoritmo usado	Nombre de simulador	Método de control de tráfico
1	Modelado del comportamiento de decisión de la agencia de control de tráfico para el control de señal manual multimodal en casos de eventos.	Feb. 2015	Algoritmo de búsqueda para calibrar parámetros.	VISSIM	-
2	Rendimiento óptimo del algoritmo extendido de control de señales de tráfico de contrapresión.	Jun. 2015	Algoritmo extendido de control de señales de tráfico de contrapresión.	VISSIM	-
3	Red neuronal de inspiración biológica para el control de señales de tráfico.	Oct. 2014	-	Synchro	Red neuronal de inspiración biológica
4	Estrategia de ajuste iterativo para establecer divisiones de fase en el	Oct. 2014	-Algoritmo de comprobación de patrones	VISSIM + MatLab	Estrategia de ajuste iterativo (TI)

No.	Nombre de Artículo	Año del Artículo	Algoritmo usado	Nombre de simulador	Método de control de tráfico
5	control de señales de tráfico. Un robusto algoritmo de control de optimización compatible con múltiples objetivos para el control de señales de tráfico.	Oct. 2014	-Algoritmo de actualización de patrones robusto algoritmo de control de optimización compatible con múltiples objetivos (RMOOC)	Personal Simulator	modelo de optimización robusto min-max
6	Aprendizaje por refuerzo de agentes múltiples para el control de señales de tráfico.	Oct. 2014	-Algoritmo de Q-learning -Aprendizaje por refuerzo de agentes múltiples (MARL) algoritmos	VISSIM	Proceso de decisión de Markov (MDP)
7	Control de señales de tráfico de red distribuida en línea utilizando el modelo de transmisión celular.	Oct. 2014	ADMM algoritmo	Gurobi	Modelo de transmisión celular
8	Control inteligente de señales de tráfico para Urban Central usando una red ad-hoc vehicular.	Ago. 2014	-	VEINS (SUMO + OMNET+ +)	Red ad-hoc vehicular (VANET)
9	Modelo de factor latente para control de señales de tráfico	2014	-	SUMO	Modelo de factor latente
10	GreenSwirl que combina el control de señales de tráfico y la guía de ruta para reducir la congestión del tráfico	2014	- Algoritmo GreenDrive - k-algoritmo de rutas de tiempo más corto	SUMO	Green-Swirl

Nota. Fuente: Atote (2015)

Tabla 3*Encuesta de diferentes simuladores de tráfico*

No.	Nombre de simulador	Año de Artículo	Ventajas	Características
1	VISSIM	2015	<ul style="list-style-type: none"> -Puesta en marcha de la red más rápida. -Ajuste fuera de línea y optimización del controlador. -Formación del operador para una operación de red más fluida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Simulador de código abierto. - Optimizar los parámetros de control. - Realizar entrenamiento de operador. - Simulador de código abierto - Simulación microscópica - Los vehículos, peatones y transporte público se modelan explícitamente. - Simulación de tráfico multimodal, por ejemplo, vehículos, transporte público y peatones.
2	SUMO	2015	<ul style="list-style-type: none"> -Ajuste fuera de línea y optimización del controlador 	<ul style="list-style-type: none"> - Los horarios de los semáforos pueden ser importados o generados automáticamente por SUMO. - Sin limitaciones artificiales en el tamaño de la red y el número de vehículos simulados. - Formatos de importación compatibles: OpenStreetMap, VISUM, VISSIM, NavTeq
3	Gurobi	2014	<p>Ofrece todas las potentes capacidades de optimización convencionales de Premium Solver Platform más simulación Monte Carlo, árboles de decisión, optimización de simulación y capacidades de optimización estocástica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construya un prototipo o un modelo completo de prácticamente cualquier tamaño. - Identificar y comprender las compensaciones en soluciones alternativas.

No.	Nombre de simulador	Año de Artículo	Ventajas	Características
4	VEINS (SUMO + OMNET++)	2014	Extiende SUMO y OMNET ++ para ofrecer un conjunto completo de modelos para simulación IVC	Simulador de código abierto
5	Synchro	2014	Tiene diferentes módulos de software como Warrants, TripGen y SimTraffic CID	-Monitoreo del rendimiento del sistema adaptativo -Asignar perfiles de usuario y restricciones

Nota. Fuente: Atote (2015)

La optimización de la sincronización de señales de tráfico para Qadri et al. (2020) corresponde a la forma más fácil y eficiente de reducir la congestión vehicular en las intersecciones viales, mejorando el flujo del tráfico de una red urbana. Puesto que el aumento diario de unidades vehiculares ha influido directamente en el aumento de la demanda de las infraestructuras viales, generando congestión vehicular; cuya reducción corresponde a implementar metodologías para el sistema de transporte urbano, siendo una de las soluciones a corto plazo la optimización de la sincronización de las señales de tránsito.

Según lo indica Trafficware (2011) Synchro Plus es un paquete completo para el modelado, optimización, administración y simulación de sistemas de tráfico, que incluye: el programa Synchro 8 para optimización y análisis microscópico, la aplicación Sim Traffic para simulación de tráfico potente y de fácil uso, Visor 3D para simulaciones de Sim Traffic, y la aplicación Sim Traffic CI que interactúa con una interfaz de controlador (CI).

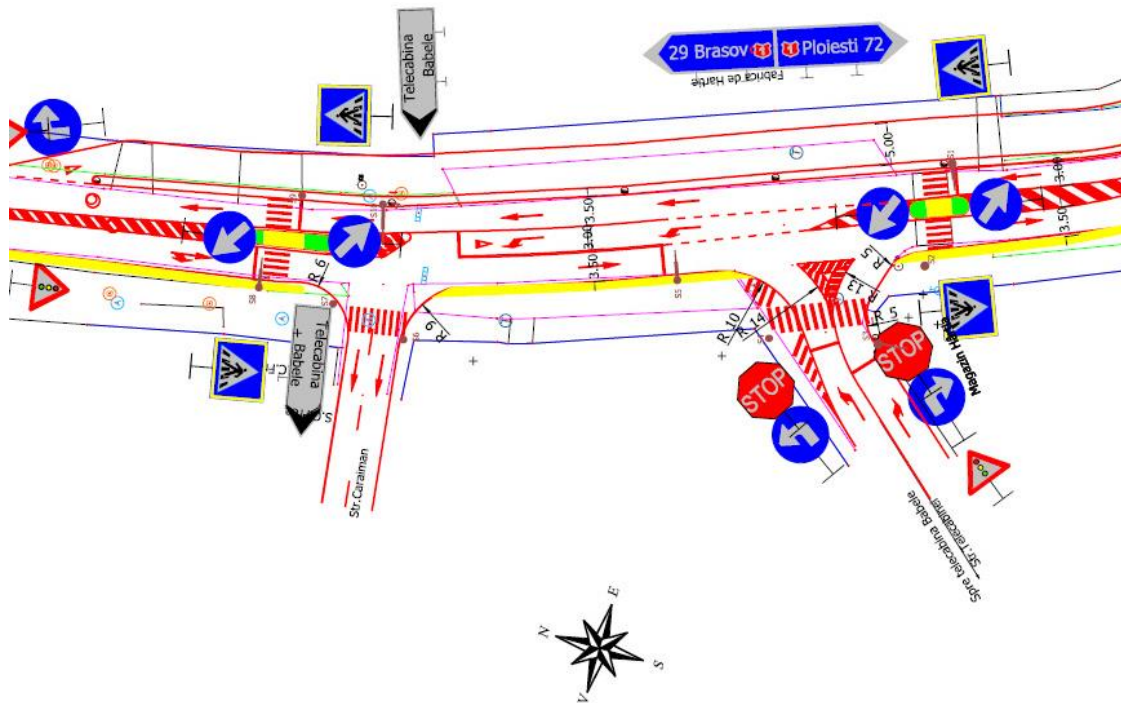
Los beneficios que brinda el simulador de tráfico Synchro Studio, según (Burlacu, Dicu, & Anton, 2012) consisten en:

- Permite el ingreso de datos iniciales en el módulo, como son las características geométricas del cruce o intersección, y volúmenes de tráfico para cada acceso con su sentido de vehicular correspondiente, con el objetivo de conseguir un ciclo, secuencia de fases y duración de luz verde optima.

- Contando con un ciclo y volumen característico de tráfico, el modelo de simulación te permite evaluar los datos de salida como es el costo de los usuarios de la vía.

Figura 2

Ejemplo de propuesta de optimización de circulación vehicular



Nota. Planteamiento de propuesta de optimización vial en intersecciones, en base a escenarios de simulación elaborado en Synchro Studio 8. Reproducida de “Traffic lights on consecutive intersections and pedestrian crossings along linear settlements located on national roads”, por A. Burlacu, 2012, *CETRA*.

Los sistemas de control inteligente para semáforos para Jin et al. (2017) proporcionan enfoques que permiten la mejora de la infraestructura de los sistemas de semaforización existente. Dichos sistemas de control inteligente tienen la capacidad de recibir señales en tiempo real, y mediante la utilización de un software integrado, controlar la operación de los semáforos de forma óptima; también tienen la capacidad de brindar fases semafóricas flexibles y toma de decisiones de temporización inteligente. Indicando a su vez que dichos sistemas de

control inteligente pueden ser validados con el uso de simulación de tráfico microscópico.

El empleo de sistemas de advertencia inteligente para los conductores de vehículos según Li et al. (2017) proporcionan mejoras en los rendimientos de conducción con señales de STOP, puesto que las señales verticales como horizontales en las intersecciones viales muchas veces no se encuentran dentro del campo visible de los conductores vehiculares; para lo cual con el empleo de radio frecuencia se puede identificar intersecciones con señales de STOP; lo que permite a un conductor mejorar las condiciones de manejo en referencia a la velocidad de aproximación a la intersección, tasas de aceleración y desaceleración, frenado a distancia y posibles emisiones de vehículos adicionales; todo ello conlleva a un flujo de tránsito con incremento de condiciones de seguridad o posibles congestionamientos vehiculares.

Los principios de micro simulación del tráfico según Ignasi y France (2013), en el cual indican que los sistemas modernos tienen mucha aplicación en el campo de la ingeniería ya que permiten tratar volúmenes de información de gran cantidad, este hecho permite plantear la posibilidad de enfocar la problemática del tráfico a nivel microscópico, considerando cada vehículo como un objeto que se enmarca dentro de un sistema y por lo tanto puede interactuar con el resto de vehículos.

Según el Highway Capacity Manual (HCM, 2010), el volumen o el flujo de tráfico es un parámetro común a las instalaciones de flujo ininterrumpido e interrumpido, pero la velocidad y la densidad se aplican principalmente al flujo ininterrumpido. Algunos parámetros relacionados con la velocidad de flujo, como la separación y el avance, también se utilizan para ambos tipos de instalaciones; Otros parámetros, como el flujo de saturación o la brecha, son específicos del flujo interrumpido.

De acuerdo al HCM (2010), la capacidad vehicular es la máxima cantidad de vehículos que pasa por unidad de tiempo por una o más secciones de una infraestructura vial considerando las condiciones de tránsito y características del elemento. Cada elemento de infraestructura vial tiene un máximo que depende del

tipo de elemento que sea unidireccional o bidireccional, velocidad de diseño, ancho de calzada, características geométricas.

El modelo es un sistema desarrollado para entender la realidad y en consecuencia para modificarla; no es posible modificar la realidad, en cierta dirección, si no se dispone de un modelo que la interprete Vargas (2018). También, es una representación simplificada de un sistema elaborada para comprender, predecir y controlar el comportamiento de dicho sistema Aguirre (2018). En caso del presente proyecto, el modelo de microsimulación busca replicar el comportamiento del tráfico en las intersecciones seleccionadas para el posterior análisis. Por otro lado, un sistema es un conjunto de cosas que se relacionan entre sí, de manera ordenada contribuyen a un determinado objeto RAE (2018).

El tráfico, también llamado tránsito vehicular, es aquel que se produce a partir de la existencia de flujo vehicular en vías, calles o autopistas. El flujo puede ocasionar potencialmente la congestión vehicular, el cual se puede corregir mediante el uso de semáforos o señales de reglas de prioridad Campoverde (2017). Por ello, corresponde a la ingeniería de tránsito, abordar los problemas generados por el tráfico mediante buen diseño que mejoren el desplazamiento de las personas por el espacio público, tratando en lo posible de reducir la congestión vehicular, riesgo de accidentes, ruido, segregación del entorno, intimidación para usar el espacio público e instrucción visual por vehículos o infraestructuras de transporte Fernández (2018).

El nivel de aleatoriedad en un flujo de tráfico se relaciona directamente con sus parámetros, debido a que refleja el comportamiento y funcionamiento del tránsito que se estudia. Esta aleatoriedad se presenta en forma estocástica y determinística Álvarez (2017). Entre las manifestaciones estocásticas y determinísticas existe una diferencia bien delimitada, el primero, asigna una determinada característica propia en referencia al tipo de manejo de los conductores y vehículos en base a distribuciones estadísticas. Por el contrario, en el segundo no se presenta variación en las características de los conductores ni en los vehículos (estilo de manejo de los conductores o la misma longitud que cuentan los vehículos).

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

Los métodos mediante el cual se desarrolla una investigación según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se enfocan en el cuantitativo, cualitativo y mixto. A su vez se establecen, que para enmarcar una investigación bajo el enfoque cuantitativo se debe de basar en investigaciones precedentes, con la existencia de una realidad particular por conocer; sin embargo, un enfoque cualitativo corresponde a una investigación fundamentada en sí misma con diversas realidades subjetivas por descubrir.

El presente estudio de investigación cuenta con investigaciones precedentes directamente relacionadas con el tema de estudio, también busca conocer una realidad singular de una determinada población; por lo cual la investigación a desarrollar corresponde a un enfoque CUANTITATIVO.

3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para definir el alcance que tendrá una investigación científica Hernández et al. (2014) especifican cuatro tipos de investigación que son la exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa, con las que corresponde iniciar un proceso de investigación cuantitativa.

El trabajo de investigación considera como fenómeno de estudio la congestión vehicular y sus componentes que influyen de manera directa en dicho fenómeno, se tienen definidas las variables y medición de conceptos; a su vez mediante el modelamiento de tráfico vehicular permite establecer predicciones y cuantificar la relación existente entre conceptos o variables que la conforman. Por tal razón la investigación corresponde al tipo DESCRIPTIVO y CORRELACIONAL.

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es importante en un proceso de investigación científica determinar a qué tipo de investigación corresponde, según Esteban (2018) indica que se han universalizado los tipos de investigación en básica y aplicada, bajo un enfoque tecnológico.

Para gestar el diseño de un estudio de investigación Hernández et al. (2014) indican que es necesario determinar el tipo de diseño al que se adecue mejor la investigación, y bajo un enfoque cuantitativo pueden ser experimentales o no experimentales; en términos experimentales se realiza una acción y sus posteriores consecuencias, y en términos no experimentales se observa un fenómeno en su entorno natural para su análisis.

El trabajo de investigación a desarrollar se concibe en resolver el problema de congestión vehicular y a su vez es necesario observar el fenómeno en su entorno natural para su posterior análisis y propuesta de mejoras en sus condiciones actuales; en tal razón la investigación se enmarca en un diseño APLICADO y NO EXPERIMENTAL.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

3.2.1. Variables

La unidad elemental del método de una investigación científica es la variable según Amiel (2007), también indica que las variables con mayor importancia para la metodología científica, son la causa o variable independiente, y el efecto o variable dependiente.

Para el diseño de una investigación no experimental cuantitativa según Hernández et al. (2014) se debe de realizar sin la manipulación deliberada de variables, puesto que la variable independiente o causas, se debe de observar bajo condiciones que ya existen y sin posibilidad de manipularlas; pero que generan un efecto sobre la variable dependiente.

En el presente estudio de investigación, se tiene a la variable: EVALUACIÓN DE TRÁFICO ACTUAL, que correspondería a la categoría de independiente; y a su vez

la variable: PROPUESTA DEL MEJORAMIENTO DE CIRCULACIÓN VEHICULAR, que correspondería a la categoría de dependiente.

3.2.2. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables correspondiente al presente estudio de investigación, se encuentra como anexo de matriz de operacionalización de variables.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

La población para un estudio de investigación según Arias et al. (2016) establece que es grupo de casos que se encuentran definidos, limitados y son accesibles; que formarán la referencia para la elección de una muestra bajo el cumplimiento de un conjunto de requisitos establecidos.

Para la investigación de estudio se delimita la población a las intersecciones viales con congestionamiento vehicular de la ciudad de Juliaca.

3.3.2. Muestra

La muestra de una investigación científica para Hernández et al. (2014) corresponde a un subconjunto de componentes representativos, de un conjunto con similares características al que se denomina población.

Como muestra representativa bajo el enfoque cuantitativo para el presente trabajo de investigación se tiene a las Intersecciones viales de la Avenida Tacna con Jirón José Domingo Choquehuanca, Avenida Manuel Núñez Butron, Avenida Mártires del 4 de noviembre y Jirón Tarapacá; con indicios de congestionamiento vehicular de la ciudad de Juliaca.

3.3.3. Muestreo

Para el muestreo de una población se tiene que categorizar en dos tipos que para Hernández et al. (2014) corresponden a las muestras no probabilísticas y

probabilísticas que son determinadas en función a las características de la investigación.

El propósito del trabajo de investigación corresponde a mejorar las condiciones de circulación vehicular y bajo esas características se decide realizar un muestreo no probabilístico.

3.3.4. Unidad de análisis

Las unidades de muestreo o unidades de análisis según Hernández et al. (2014) se pueden considerar como casos o elementos, dependiente de cómo se plantea y que alcances tendrá una investigación.

Como unidad de análisis para el desarrollo de la investigación, se tiene a los vehículos que generan congestión vehicular en las intersecciones viales de la ciudad de Juliaca.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas

Las técnicas o fuentes de las que se extraerán los datos para el desarrollo de una investigación según Hernández et al. (2014) corresponden a las que se proporcionan de las personas, producto de observaciones y registros; o se pueden obtener de documentos, archivos, entre otros.

Para la investigación se requiere de datos suministrados de fuentes primarias que se obtienen de forma directa de la muestra de la población considerada como objeto de estudio; en tal razón la técnica para la recolección de datos empleado corresponde a la observación directa.

3.4.2. Instrumentos

Un instrumento de medición que será utilizado por un investigador en el registro de datos para Hernández et al. (2014) en función a las variables de una investigación pueden ser cuestionarios, guía de entrevista, guía de observación o ficha de investigación.

Según las variables de investigación del estudio propuesto por el autor de la investigación, se utilizarán fichas de investigación para la recolección de datos que, serán elaborados según los requerimientos de la investigación objeto de estudio.

En la Tabla 4 se representa las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos de campo in situ.

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Recopilación de Datos	Instrumento	Fuente
Observación Directa (Punto de intersección objeto de estudio)	Aforo Vehicular	Formato de registro de conteo de unidades vehiculares.	Adaptación del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
	Fases y Ciclo Semafórico	Formato de registro de fases y ciclo semafórico.	Adaptación para registro según Ministerio de Transporte y Comunicaciones
	Características geométricas de la intersección	<ul style="list-style-type: none"> - Wincha y flexómetro. - Cámara fotográfica y de video. - Libreta de campo. 	Herramientas necesarias para recolección de datos topográficos de la intersección

3.4.3. Validez y confiabilidad

Las herramientas empleadas para la recolección de datos son una adaptación de los formatos consignados según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, realizado por profesionales entendidos en la materia; con respaldo de experiencia en la realización de formatos de recolección de datos para un fin en específico.

3.5. PROCEDIMIENTOS

Teniendo en consideración que el objetivo principal de la investigación es plantear la propuesta para el mejoramiento de circulación vehicular se desarrolló el siguiente procedimiento.

Como primera etapa se consideran las ACTIVIDADES PRELIMINARES:

Etapa 1 – Actividad 1: Recolección de información

- Se identificarán los diferentes componentes viales y características de circulación de las intersecciones objeto de estudio del trabajo de investigación, explorando el área de intervención.
- Se identificarán y evaluarán las condiciones más favorables para la recolección de la información necesaria para el desarrollo de la investigación.
- Se indagará la información de bibliografías sobre un adecuado método o procedimiento de aforo de unidades vehiculares, para determinar qué criterios se deben de considerar en el conteo de vehículos. Y de esa forma poder elaborar los formatos correspondientes, tomando como principal referencia la normativa establecida por el Ministerios de Transportes y Comunicaciones en temas de aforos vehiculares; dichos formatos a su vez deberán de estar acorde a las necesidades del trabajo de investigación y la realidad de lo vehículos que transitan en la intersección vial de la Avenida Tacna con cinco esquinas de la ciudad de Juliaca.
- Revisar información respecto a los criterios a considerar en la recolección de los datos geométricos de una intersección vial; cuya recolección y utilización de los datos permitan cumplir con los objetivos establecidos en el estudio de la presente investigación, para lo que se elaborará un formato para la recolección de los datos geométricos necesarios de la intersección vial en estudio.
- Se elaborarán los flujogramas de tránsito vehicular de las intersecciones en evaluación.

Etapa 1 – Actividad 2: Organización del equipo de trabajo:

- Se deberá de conformar los grupos de trabajo para la recolección de los datos de campo requeridos para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Se instruirá a los grupos de trabajo, referente a la toma de datos y correcta forma de llenado de los formatos establecidos para los aforos de las unidades vehiculares, registro de información existente referente al sistema semafórico y las características geométricas de las intersecciones viales.

- Se ubicarán los puntos estratégicos para el conteo vehicular.
- Se proporcionarán los instrumentos de recolección de datos a los grupos de trabajo.

Como segunda etapa se consideran los TRABAJOS DE CAMPO:

Etapa 2 – Actividad 1: Características geométricas viales

- Se identificarán las vías que interceptan a la avenida Tacna intersección con cinco esquinas,
- Se tomarán las medidas correspondientes a la sección transversal de las vías que se interceptan como son calzadas, bermas y la pendiente en los sentidos de flujo vehicular, con las herramientas e instrumentos necesarios para dicho fin.
- Se identificarán las señales de tránsito y su ubicación correspondiente dentro del área de influencia de las intersecciones en estudio, así como la ubicación de los paraderos, semáforos y otros de ser necesarios.

Etapa 2 – Actividad 2: Aforo de unidades vehiculares

- Se realizarán los aforos de las unidades vehiculares de las intersecciones viales a evaluar, de forma mecánica, mediante el empleo de una cámara de video de buena resolución.
- La cámara de video se ubicará en un punto estratégico que permita un área de visión completa de las intersecciones en estudio; para la identificación de los tipos de unidades vehiculares y el sentido de flujo de sus movimientos.
- El periodo correspondiente para el aforo de vehículos será de siete días (1 semana); y el tiempo de aforo durante el día acorde al flujo significativo de vehículos que permita determinar los horarios de mayor flujo.

Etapa 2 – Actividad 3: Sistema semafórico

- Se identificará el tipo de semáforo con el que se cuenta para el control del tráfico vial en las intersecciones.
- Se determinará la ubicación de los semáforos dentro de las intersecciones objeto de estudio.

- Con el empleo de un cronometro se determinarán los tiempos de cambio de color de los semáforos y su respectivo ciclo semafórico.

Como tercera etapa se consideran los TRABAJOS DE GABINETE:

Etapa 3 – Actividad 1: Evaluación de datos de campo

- Con la recopilación de los datos que corresponden a las características geométricas viales, aforo de unidades vehiculares y sistema semafórico, se hallaran los parámetros de inicio para la elaboración de la propuesta del sistema de semaforización.
- Con la información de los videos obtenidos del aforo de las unidades vehiculares se elaborarán los formatos con el aforo de vehículos correspondientes a las intersecciones en intervalos de 15 minutos.
- Se determinará el día de mayor tránsito vehicular y a su vez la hora pico con mayor flujo de vehículos.
- Se elaborarán los esquemas del sistema semafórico para los vehículos de las intersecciones viales en estudio.
- Se determinará los ciclos semafóricos de las intersecciones mediante el empleo de gráficos.

Etapa 3 – Actividad 2: Simulación del tráfico vehicular y semaforización

- Ingresar la información procesada requerida al programa SYNCHRO 8.0.
- Mediante el empleo de la herramienta SYNCHRO 8.0 realizar la simulación de tráfico del estado real del flujo de las unidades vehiculares en condiciones críticas para las intersecciones en estudio.
- Plantear las propuestas de solución para el mejoramiento de las condiciones del tráfico vehicular en las intersecciones.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Como referencia para la evaluación de las horas de congestionamiento vehicular se ha utilizado el tráfico en tiempo real que brinda la herramienta Google Maps.

Para el análisis de la información obtenida se ha tomado en consideración la utilización de la herramienta Microsoft Excel, para la presentación de la información en tablas, cuadros y gráficos, que representen la estadística de los datos y su posterior interpretación.

Se empleará el uso del software Autocad 2020 en el desarrollo de los esquemas y planos necesarios, para presentar la información obtenida en el presente trabajo de investigación.

La herramienta Google Earth para la obtención del background necesario para el desarrollo de la simulación de tráfico vehicular con la herramienta Synchro 8.0.

El modelamiento con la herramienta de microsimulación SYNCHRO 8.0, para la elaboración de los diferentes escenarios y las propuestas de solución a los problemas de congestión vehicular encontrados.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Las garantías éticas en el desarrollo del trabajo de investigación para la protección de los derechos de autor corresponden a:

- La aplicación de las normas APA séptima edición para referenciar los trabajos externos utilizados en el presente trabajo de investigación, en protección de los derechos de autor.
- La información presentada con las citas de los autores, son procedentes de fuentes de información confiables.
- El desarrollo del trabajo de investigación conlleva a una responsabilidad profesional en la veracidad de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

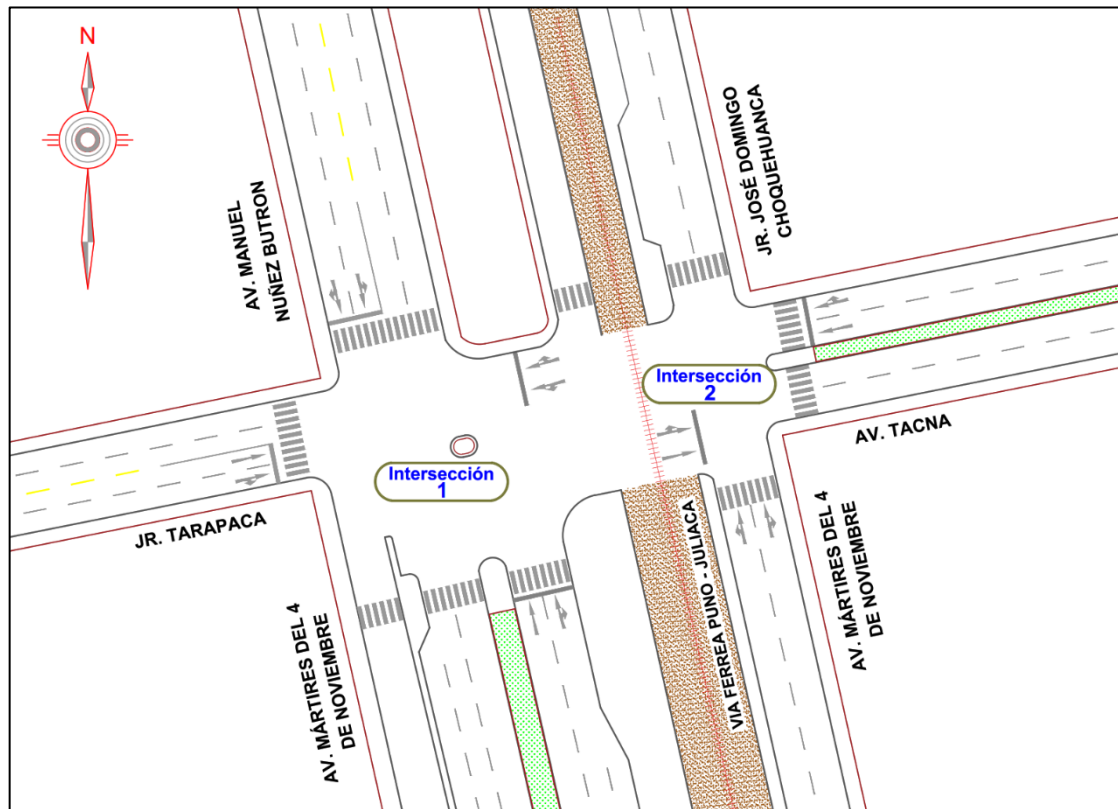
Como **resultado del objetivo general** del trabajo de investigación se ha propuesto como alternativa de solución a la congestión vehicular y condición de servicio desfavorable nivel F de las intersecciones en estudio, el arreglo de la semaforización, acondicionamiento de fases protegidas, optimización del ciclo semafórico, que se plantea como propuesta N° 03 y brinda un nivel de servicio B; cuyo desarrollo se encuentra detallado dentro de los resultados de los objetivos específicos.

Como **resultado del objetivo específico 1** conforme a la evaluación del tráfico actual de las condiciones de circulación vehicular existente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Teniendo definido el área de intervención para el trabajo de investigación se procedió a caracterizar la intersección de la Av. Tacna con el Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá, denominando esta intersección en el título de tesis como, intersección de la Av. Tacna con 5 esquinas; considerándose como el principal acceso desde la ciudad de Puno a la ciudad de Juliaca; donde se identificó dos intersecciones que definen el área de estudio para su evaluación. Para ello se elaboró el grafico 3 donde se visualiza las intersecciones identificadas objeto de estudio.

Figura 3

Esquema de identificación de intersecciones objeto de estudio

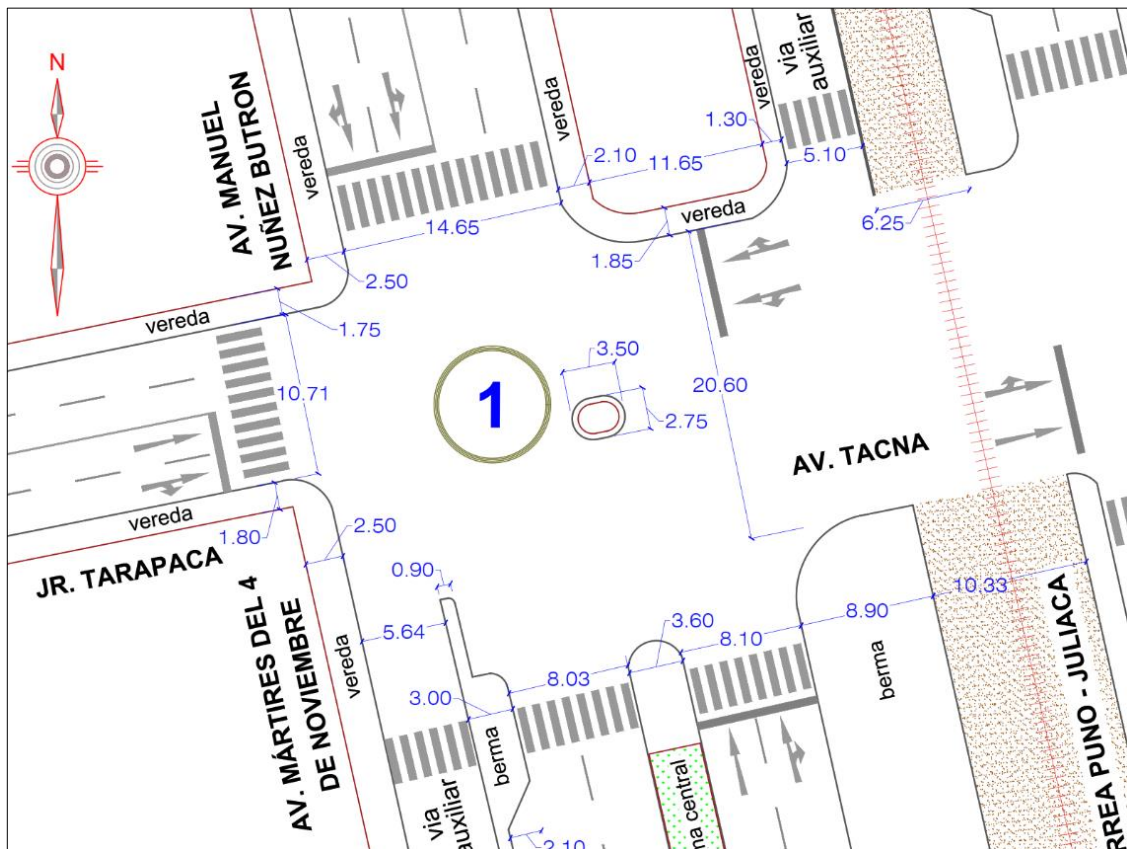


Nota. Se identifican las dos intersecciones dentro del área de estudio, para el presente trabajo de investigación.

Las características geométricas identificadas de las vistas en planta de las dos intersecciones viales objeto de estudio del presente trabajo de investigación, se encuentran representadas en las figuras 4 y 5.

Figura 4

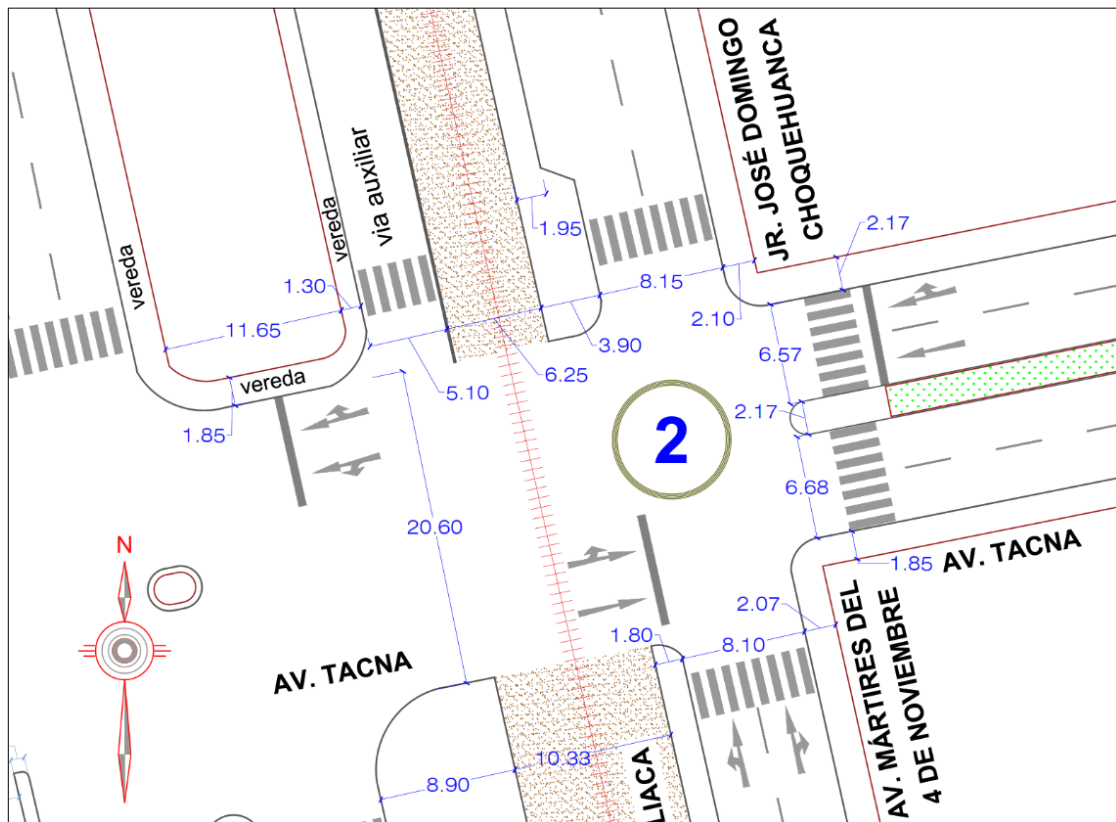
Características de la geometría vista en planta de la intersección 1



Nota. Representación de las dimensiones y caracterización de la intersección 1, que corresponde a la intersección de la Av. Tacna con la Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de Noviembre y el Jr. Tarapacá, con las acotaciones correspondientes que permite identificar el ancho de calzada, ancho de berma, ancho de acera, entre otras medidas características de la intersección.

Figura 5

Características de la geometría vista en planta de la intersección 2



Nota. Representación de las dimensiones y caracterización de la intersección 2, que corresponde a la intersección de la Av. Tacna con la Av. Mártires del 4 de Noviembre y el Jr. José Domingo Choquehuanca, con las acotaciones correspondientes que permite identificar el ancho de calzada, ancho de berma, ancho de acera, entre otras medidas características de la intersección.

Para poder evaluar y plantear propuestas, en mejora de las condiciones existentes del tránsito vehicular en las intersecciones objeto de estudio del presente trabajo de investigación, es primordial evidenciar las características del tránsito vehicular, como son: la variedad de vehículos según su clasificación, el número de vehículos según su clasificación, cantidad de giros vehiculares según el flujo de los vehículos a la derecha, izquierda y de frente, existencia de paraderos, estacionamientos, entre otros.

visibilidad completa del flujo vehicular dentro de las intersecciones en estudio, como se aprecia en la figura 7.

Figura 7

Punto de aforo vehicular del área de estudio



Nota. Punto estratégico ubicado en el puente peatonal de la Av. Mártires del 4 de Noviembre, próximo a las intersecciones en estudio que brindó un panorama completo del tránsito vehicular de las dos intersecciones objeto de estudio; desde donde se realizó el aforo vehicular correspondiente.

El aforo vehicular realizado mediante las cámaras de video grabación fue realizado el día lunes 04 de octubre del año 2021, durante 14 horas sin interrupciones desde las 06:30 a.m. hasta las 8:30 p.m. cubriendo el tránsito vehicular completo durante el día para poder obtener la hora pico de mayor volumen vehicular.

Los formatos llenados del aforo vehicular para las 2 intersecciones se encuentran anexados en el trabajo de investigación, teniendo en consideración todos los carriles y sentidos de flujo existentes; los intervalos de tiempo considerados para el llenado de los formatos fueron de 15 minutos durante todo el lapso de 14 horas de aforo ininterrumpidos.

De los formatos de aforo se elaboraron los cuadros de las figuras 8 y 9 representando un resumen del aforo de los volúmenes mixtos vehiculares, que circularon por las vías de acceso dentro de las dos intersecciones analizadas, considerando todas las direcciones de flujo vehicular existentes.

Figura 8

Hoja de resumen de aforo vehicular mixto en la Intersección 1

INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA																					
FECHA:		04/10/2021																			
DIA :		LUNES																			
		REGIÓN: PUNO																			
		DISTRITO: JULIACA																			
		UCP																			
ACCESO	N - S				S - N				E - O				O - E				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	
	SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF					GI
HORA	MOV.	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	34	41	42	43	44				
06:30 - 06:45		18	62	47	42	59	26	62	0	19	23	23	65	1	19	35	0	501		581	
06:45 - 07:00		20	82	92	41	73	25	73	0	17	33	24	68	8	19	51	0	626		738	
07:00 - 07:15		15	78	75	49	94	27	77	0	20	26	26	86	6	17	51	0	647		751	
07:15 - 07:30		38	67	56	41	96	26	70	0	20	38	44	112	14	24	44	0	690	2464	801	2871
07:30 - 07:45		24	89	77	58	95	26	57	0	20	33	32	106	12	24	54	0	707	2670	783	3073
07:45 - 08:00		18	77	79	58	98	24	82	0	12	24	33	124	13	24	62	0	728	2772	788	3123
08:00 - 08:15		8	79	64	52	94	22	77	0	24	23	29	89	15	30	64	0	670	2795	751	3124
08:15 - 08:30		21	76	69	40	85	29	67	0	13	35	30	97	10	25	47	0	644	2749	716	3038
08:30 - 08:45		13	71	59	38	85	25	63	0	23	28	28	102	8	25	40	0	608	2650	701	2956
08:45 - 09:00		14	61	68	43	105	18	67	0	19	20	24	115	16	24	55	0	649	2571	719	2886
09:00 - 09:15		21	64	70	50	88	30	83	0	22	35	36	110	10	24	51	0	694	2595	773	2908
09:15 - 09:30		16	66	63	40	85	24	74	0	14	22	23	95	13	35	52	0	622	2573	715	2907
09:30 - 09:45		14	58	71	31	78	16	51	0	20	26	17	94	10	24	46	0	556	2521	630	2837
09:45 - 10:00		12	61	56	44	77	24	56	0	22	19	26	85	11	18	44	0	555	2427	634	2753
10:00 - 10:15		17	63	59	48	77	23	57	0	17	36	25	106	4	23	57	0	612	2345	718	2698
10:15 - 10:30		18	65	63	38	72	27	61	0	29	22	24	81	11	27	57	0	595	2318	682	2665
10:30 - 10:45		8	65	66	47	81	18	50	0	11	22	18	88	13	24	44	0	555	2317	631	2666
10:45 - 11:00		10	61	65	50	77	17	60	0	28	40	41	138	1	21	39	0	648	2410	750	2781
11:00 - 11:15		16	65	67	49	91	22	49	0	14	23	22	78	3	13	23	0	535	2333	659	2722
11:15 - 11:30		14	77	74	40	70	21	58	0	15	19	19	98	14	15	41	0	575	2313	667	2707
11:30 - 11:45		13	69	70	40	81	15	62	0	13	21	18	106	9	21	36	0	574	2332	648	2724
11:45 - 12:00		8	64	75	54	100	29	60	0	17	22	28	108	9	17	48	0	639	2323	736	2710
12:00 - 12:15		9	70	55	39	86	19	59	0	17	19	24	112	4	20	34	0	567	2355	662	2712
12:15 - 12:30		13	81	60	52	65	13	60	0	13	20	22	105	19	17	31	0	571	2351	646	2692
12:30 - 12:45		12	59	66	45	81	19	60	0	12	21	13	96	10	24	46	0	564	2341	623	2667
12:45 - 13:00		16	66	62	42	75	22	53	0	15	25	33	95	2	22	50	0	578	2280	627	2559
13:00 - 13:15		19	67	66	43	92	15	52	0	26	23	28	95	6	19	30	0	581	2294	653	2550
13:15 - 13:30		13	59	60	32	79	18	52	0	18	21	19	106	16	16	37	0	546	2269	609	2512
13:30 - 13:45		17	65	70	45	76	18	50	0	22	28	30	101	12	24	40	0	598	2303	666	2554
13:45 - 14:00		15	62	59	62	61	11	46	0	20	22	9	95	9	16	44	0	531	2256	584	2511
14:00 - 14:15		9	57	56	44	52	14	26	0	19	21	34	106	17	21	33	0	509	2184	586	2445
14:15 - 14:30		9	57	61	46	63	22	50	0	20	20	25	87	17	21	46	0	544	2182	592	2428
14:30 - 14:45		16	52	52	43	60	15	41	0	26	21	20	88	4	25	44	0	507	2091	600	2362
14:45 - 15:00		21	63	67	39	81	27	64	0	28	20	27	64	4	22	50	0	577	2137	657	2435
15:00 - 15:15		14	69	64	36	70	22	52	0	21	21	32	96	7	21	38	0	563	2191	653	2502
15:15 - 15:30		13	62	60	38	71	21	68	0	25	29	23	81	15	22	49	0	577	2224	679	2589
15:30 - 15:45		10	64	78	32	85	16	49	0	28	13	16	96	2	17	32	0	538	2255	643	2631
15:45 - 16:00		13	59	78	46	59	17	46	0	12	24	21	99	6	21	37	0	538	2216	633	2607
16:00 - 16:15		10	68	67	41	77	18	43	0	17	21	33	80	11	16	41	0	543	2196	638	2593
16:15 - 16:30		11	66	74	39	74	19	64	0	15	25	22	95	15	24	45	0	588	2207	671	2584
16:30 - 16:45		11	76	70	39	82	16	39	0	16	19	24	111	12	19	48	0	582	2251	684	2625
16:45 - 17:00		14	75	72	53	90	25	53	0	17	23	37	113	10	22	52	0	656	2369	740	2733
17:00 - 17:15		23	82	75	49	84	20	61	0	26	20	24	78	18	24	53	0	637	2463	730	2825
17:15 - 17:30		21	59	66	48	75	20	57	0	25	23	28	102	9	22	52	0	607	2482	681	2835
17:30 - 17:45		12	71	67	41	90	20	48	0	14	14	16	95	10	24	47	0	569	2469	643	2794
17:45 - 18:00		9	60	69	50	71	21	54	0	13	21	25	97	4	16	50	0	560	2373	630	2684
18:00 - 18:15		7	66	59	39	81	19	57	0	25	24	24	89	8	20	36	0	554	2290	642	2596
18:15 - 18:30		13	70	65	48	68	23	67	0	19	18	20	98	7	25	42	0	583	2266	651	2566
18:30 - 18:45		11	53	69	41	77	18	44	0	15	28	19	85	10	25	46	0	541	2238	602	2525
18:45 - 19:00		14	54	70	42	69	19	49	0	23	11	15	87	10	22	44	0	529	2207	581	2476
19:00 - 19:15		12	57	64	44	71	13	43	0	18	18	25	88	2	17	40	0	512	2165	570	2404
19:15 - 19:30		13	48	63	33	74	10	40	0	20	16	13	117	22	15	31	0	515	2097	560	2313
19:30 - 19:45		6	50	38	17	53	12	35	0	15	31	22	108	10	20	51	0	468	2024	500	2211
19:45 - 20:00		8	36	30	20	37	12	33	0	22	13	13	96	4	20	52	0	396	1891	436	2066
20:00 - 20:15		7	35	32	18	44	14	30	0	22	11	14	78	7	16	33	0	361	1740	393	1889
20:15 - 20:30		8	37	22	17	41	9	24	0	0	0	0	0	16	17	38	0	229	1454	254	1583
HP - Mañana		88	312	276	209	383	98	286	-	76	118	138	431	54	102	224	-				
Max*4		152	356	316	232	392	104	328	-	96	152	176	496	60	120	256	-				
F.H.P.		0.58	0.88	0.87	0.90	0.98	0.94	0.87	-	0.79	0.78	0.78	0.87	0.90	0.85	0.88	-				
HP - Tarde		69	292	283	189	331	81	210	-	84	85	113	404	49	87	205	-				
Max*4		92	328	300	212	360	100	244	-	104	92	148	452	72	96	212	-				
F.H.P.		0.75	0.89	0.94	0.89	0.92	0.81	0.86	-	0.81	0.92	0.76	0.89	0.68	0.91	0.97	-				

Nota. Intersección 1, que corresponde a la intersección de la Av. Tacna con la Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de Noviembre y el Jr. Tarapacá.

Figura 9

Hoja de resumen de aforo vehicular mixto en la Intersección 2

INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA																		REGIÓN: PUNO		
FECHA: 04/10/2021																		DISTRITO: JULIACA		
DÍA : LUNES																		UCP		
ACCESO	N - S				S - N				E - O				O - E				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA
	SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF				
MOV. HORA	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	34	41	42	43	44				
06:30 - 06:45	-	-	-	-	6	18	20	2	18	35	60	0	0	62	39	35	295		364	
06:45 - 07:00	-	-	-	-	6	21	21	2	22	38	69	0	0	88	53	33	353		437	
07:00 - 07:15	-	-	-	-	9	18	20	4	20	49	78	0	0	86	54	31	369		438	
07:15 - 07:30	-	-	-	-	6	23	29	3	12	69	98	0	0	101	55	29	425	1442	530	1769
07:30 - 07:45	-	-	-	-	12	22	27	4	14	51	106	0	0	79	58	42	415	1562	491	1896
07:45 - 08:00	-	-	-	-	13	17	24	1	12	62	115	0	0	97	68	32	441	1650	502	1960
08:00 - 08:15	-	-	-	-	11	19	30	4	21	53	77	0	0	84	73	32	404	1685	490	2012
08:15 - 08:30	-	-	-	-	16	24	15	2	22	66	89	0	0	101	64	26	425	1685	487	1969
08:30 - 08:45	-	-	-	-	10	22	28	2	20	62	89	0	0	84	52	31	400	1670	477	1956
08:45 - 09:00	-	-	-	-	13	23	18	3	14	67	103	0	0	95	46	31	413	1642	505	1959
09:00 - 09:15	-	-	-	-	10	17	23	3	22	63	80	0	0	97	60	32	407	1645	461	1930
09:15 - 09:30	-	-	-	-	8	18	24	4	19	56	91	0	0	79	45	36	380	1600	453	1896
09:30 - 09:45	-	-	-	-	10	24	24	12	26	50	75	0	0	86	50	30	387	1587	465	1884
09:45 - 10:00	-	-	-	-	7	17	21	4	20	49	81	0	0	93	56	28	376	1550	468	1847
10:00 - 10:15	-	-	-	-	12	16	18	2	20	62	103	0	0	118	68	30	449	1592	525	1912
10:15 - 10:30	-	-	-	-	12	24	25	3	14	35	68	0	0	73	47	24	325	1537	397	1856
10:30 - 10:45	-	-	-	-	14	22	19	6	17	50	87	0	0	91	60	36	402	1552	471	1862
10:45 - 11:00	-	-	-	-	5	22	25	3	13	51	79	0	0	88	53	42	381	1557	452	1846
11:00 - 11:15	-	-	-	-	8	13	19	2	18	34	63	0	0	89	55	40	341	1449	432	1753
11:15 - 11:30	-	-	-	-	8	31	17	6	22	45	70	0	0	79	45	35	358	1482	437	1793
11:30 - 11:45	-	-	-	-	7	17	18	3	17	50	61	0	0	77	46	33	329	1409	395	1716
11:45 - 12:00	-	-	-	-	17	22	31	3	23	53	72	0	0	95	63	38	417	1445	494	1758
12:00 - 12:15	-	-	-	-	8	25	21	5	18	59	74	0	0	75	43	38	366	1470	448	1774
12:15 - 12:30	-	-	-	-	10	29	21	7	18	39	82	0	0	60	43	36	345	1457	406	1743
12:30 - 12:45	-	-	-	-	11	16	19	2	20	35	58	0	0	72	53	31	317	1445	358	1706
12:45 - 13:00	-	-	-	-	16	20	27	1	12	52	74	0	0	79	56	22	359	1387	416	1629
13:00 - 13:15	-	-	-	-	13	14	17	4	17	51	75	0	0	75	48	45	359	1380	420	1600
13:15 - 13:30	-	-	-	-	16	20	19	3	19	46	77	0	0	58	33	24	315	1350	386	1580
13:30 - 13:45	-	-	-	-	7	21	19	2	13	68	85	0	0	77	54	35	381	1414	423	1645
13:45 - 14:00	-	-	-	-	10	15	18	1	23	48	85	0	0	89	57	25	371	1426	411	1639
14:00 - 14:15	-	-	-	-	10	22	19	2	14	54	91	0	0	80	51	36	379	1446	443	1663
14:15 - 14:30	-	-	-	-	12	11	18	6	23	65	68	0	0	66	43	40	352	1483	384	1661
14:30 - 14:45	-	-	-	-	11	22	24	6	18	45	80	0	0	87	59	35	387	1489	467	1706
14:45 - 15:00	-	-	-	-	10	18	31	2	20	42	70	0	0	100	61	24	378	1496	433	1728
15:00 - 15:15	-	-	-	-	17	15	16	2	30	59	95	0	0	80	66	30	410	1527	484	1769
15:15 - 15:30	-	-	-	-	4	16	30	4	35	55	94	0	0	90	55	43	426	1601	499	1883
15:30 - 15:45	-	-	-	-	11	18	29	3	23	50	85	0	0	81	47	38	385	1599	466	1883
15:45 - 16:00	-	-	-	-	16	24	30	2	28	47	97	0	0	76	55	30	405	1626	475	1925
16:00 - 16:15	-	-	-	-	11	19	28	6	17	59	81	0	0	86	63	31	401	1617	469	1909
16:15 - 16:30	-	-	-	-	21	16	26	5	36	50	66	0	0	90	65	35	410	1601	483	1893
16:30 - 16:45	-	-	-	-	16	23	22	1	28	66	99	0	0	86	63	33	437	1653	517	1944
16:45 - 17:00	-	-	-	-	12	18	26	7	20	69	102	0	0	94	59	35	442	1690	508	1977
17:00 - 17:15	-	-	-	-	15	21	20	2	20	56	90	0	0	96	66	27	413	1702	470	1978
17:15 - 17:30	-	-	-	-	19	28	26	3	23	67	89	0	0	85	60	47	447	1739	513	2009
17:30 - 17:45	-	-	-	-	9	22	29	2	23	66	74	0	0	91	59	25	400	1702	465	1957
17:45 - 18:00	-	-	-	-	8	28	16	3	17	64	105	0	0	79	56	30	406	1666	494	1942
18:00 - 18:15	-	-	-	-	9	20	14	3	20	49	106	0	0	92	48	29	390	1643	465	1936
18:15 - 18:30	-	-	-	-	5	15	25	4	19	50	89	0	0	89	55	31	382	1578	438	1861
18:30 - 18:45	-	-	-	-	12	24	20	12	11	59	95	0	0	73	47	35	388	1566	453	1849
18:45 - 19:00	-	-	-	-	7	18	18	4	22	73	59	0	0	85	49	31	366	1526	424	1779
19:00 - 19:15	-	-	-	-	12	18	20	3	17	63	79	0	0	83	48	28	371	1507	438	1753
19:15 - 19:30	-	-	-	-	14	23	15	4	19	65	108	0	0	96	61	27	432	1557	498	1813
19:30 - 19:45	-	-	-	-	13	20	14	7	18	60	94	0	0	71	46	23	366	1535	431	1792
19:45 - 20:00	-	-	-	-	3	20	25	2	15	56	86	0	0	92	55	38	392	1561	459	1826
20:00 - 20:15	-	-	-	-	12	13	26	2	20	60	60	0	0	76	44	35	348	1538	404	1792
20:15 - 20:30	-	-	-	-	6	22	17	2	14	48	58	0	0	75	43	28	313	1419	363	1657
HP - Mañana	-	-	-	-	42	81	110	12	59	235	396	-	-	361	254	135				
Max*4	-	-	-	-	52	92	120	16	84	276	460	-	-	404	292	168				
F.H.P.	-	-	-	-	0.81	0.88	0.92	0.75	0.70	0.85	0.86	-	-	0.89	0.87	0.80				
HP - Tarde	-	-	-	-	62	90	94	13	91	258	380	-	-	361	248	142				
Max*4	-	-	-	-	76	112	104	28	112	268	408	-	-	384	264	188				
F.H.P.	-	-	-	-	0.82	0.80	0.90	0.46	0.81	0.96	0.93	-	-	0.94	0.94	0.76				

Nota. Intersección 2, que corresponde a la intersección de la Av. Tacna con la Av. Mártires del 4 de Noviembre y el Jr. José Domingo Choquehuanca.

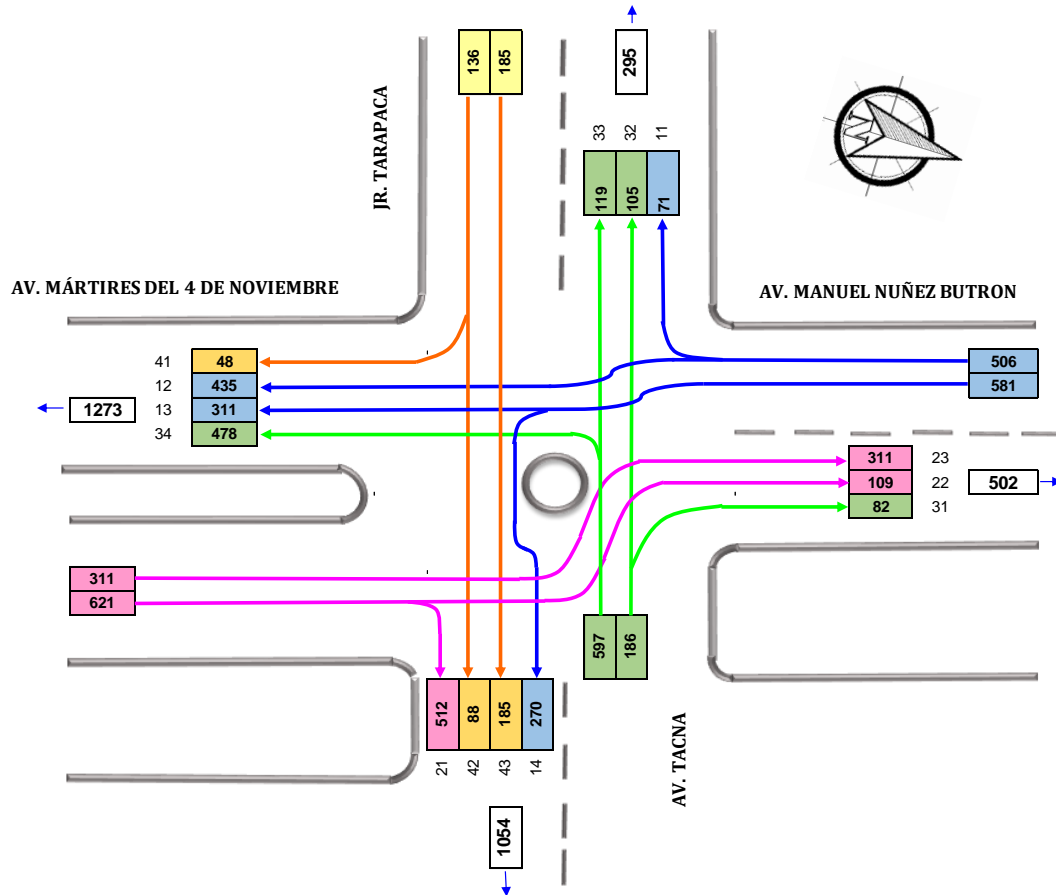
De las figuras 8 y 9 se puede evidenciar las horas pico de mayor flujo vehicular de las dos intersecciones objeto de estudio, donde se evidencia que la hora de mayor flujo vehicular de representación crítica, corresponde al horario de 07:15 a 08:15 a.m. cuyas cantidades de volúmenes vehiculares serán utilizados para la evaluación del tránsito vehicular mediante el modelamiento con la herramienta Synchro 8.0.

De los cuadros de resumen de aforos vehiculares representados en las figuras 8 y 9 se elaboraron los flujogramas vehiculares en todos los sentidos de flujo de vehículos dentro de las intersecciones, en la hora más crítica de la mañana y la hora más crítica de la tarde, que son representados en las figuras 10, 11, 12 y 13, como a continuación se detalla.

Figura 10

Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 1 - Mañana

INTERSECCION:	AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA	REGION:	PUNO
FECHA:	lunes, 4 de Octubre de 2021	DISTRITO:	JULIACA
HORA:	7:15 - 8:15 AM	DÍA:	LUNES
TURNO:	MAÑANA		



Vehiculo	11	12	13	14	21	22	23	-	31	32	33	34	41	42	43	-	Total
Moto lineal	19	25	33	29	32	12	31	0	2	24	35	72	11	23	42	0	390
Moto taxi	53	44	53	82	42	10	43	0	38	51	54	98	15	51	133	0	767
Autos	9	42	101	34	108	43	114	0	17	19	21	105	19	12	31	0	675
Camioneta Rural	4	13	27	6	50	12	36	0	3	7	9	39	6	8	10	0	230
Microbus	1	153	39	13	94	14	49	0	11	16	17	80	2	4	3	0	496
Omnibus	1	30	11	37	5	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	87
Camión Liviano	1	5	12	8	42	6	13	0	5	1	2	29	1	4	5	0	134
Camión Pesado	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	16
TOTAL	88	312	276	209	383	98	286	0	76	118	138	431	54	102	224	0	2795
UCP	71	435	311	270	512	109	311	0	82	105	119	478	48	88	185	0	3124

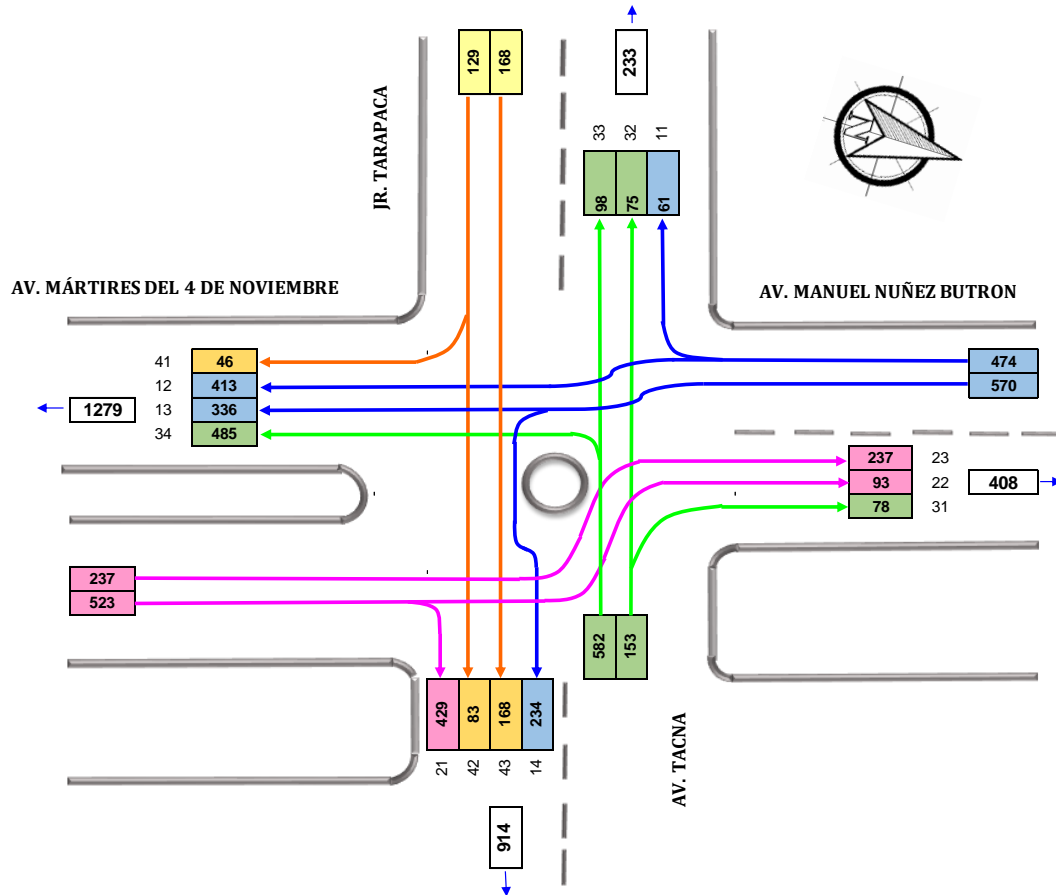
Transporte	11	12	13	14	21	22	23	-	31	32	33	34	41	42	43	-
Transporte Publico	55	227	103	132	141	25	92	0	49	24	71	180	17	55	136	0
Transporte Privado	32	80	161	69	190	67	181	0	22	23	65	216	36	43	83	0
Transporte Pesado	1	30	11	37	15	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
TOTAL	88	337	275	238	346	93	273	0	71	47	136	404	53	98	219	0
%	3%	13%	10%	9%	13%	3%	10%	0%	3%	2%	5%	15%	2%	4%	8%	0%

	Totales	%
Transporte Publico	1307	48.8%
Transporte Privado	1268	47.3%
Transporte Pesado	103	3.8%
TOTAL	2678	100.00%

Figura 11

Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 1 - Tarde

INTERSECCION:	AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA	REGION:	PUNO
FECHA:	lunes, 4 de Octubre de 2021	DISTRITO:	JULIACA
HORA:	4:30 - 5:30 PM	DÍA:	LUNES
TURNO:	TARDE		



Vehiculo	11	12	13	14	21	22	23	-	31	32	33	34	41	42	43	-	Total
Moto lineal	8	14	17	23	26	5	21	0	4	16	25	37	5	20	44	0	265
Moto taxi	45	39	46	76	41	10	20	0	49	38	47	88	7	34	98	0	638
Autos	8	48	129	33	110	36	84	0	16	12	17	110	32	19	48	0	702
Camioneta Rural	4	4	30	10	47	13	33	0	12	10	15	72	4	4	10	0	268
Microbus	2	156	33	15	62	12	42	0	2	9	8	53	1	2	2	0	399
Omnibus	0	23	12	31	7	1	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	88
Camión Liviano	2	8	16	1	29	4	10	0	1	0	1	27	0	7	2	0	108
Camión Pesado	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	14
TOTAL	69	292	283	189	331	81	210	0	84	85	113	404	49	87	205	0	2482
UCP	61	413	336	234	429	93	237	0	78	75	98	485	46	83	168	0	2835

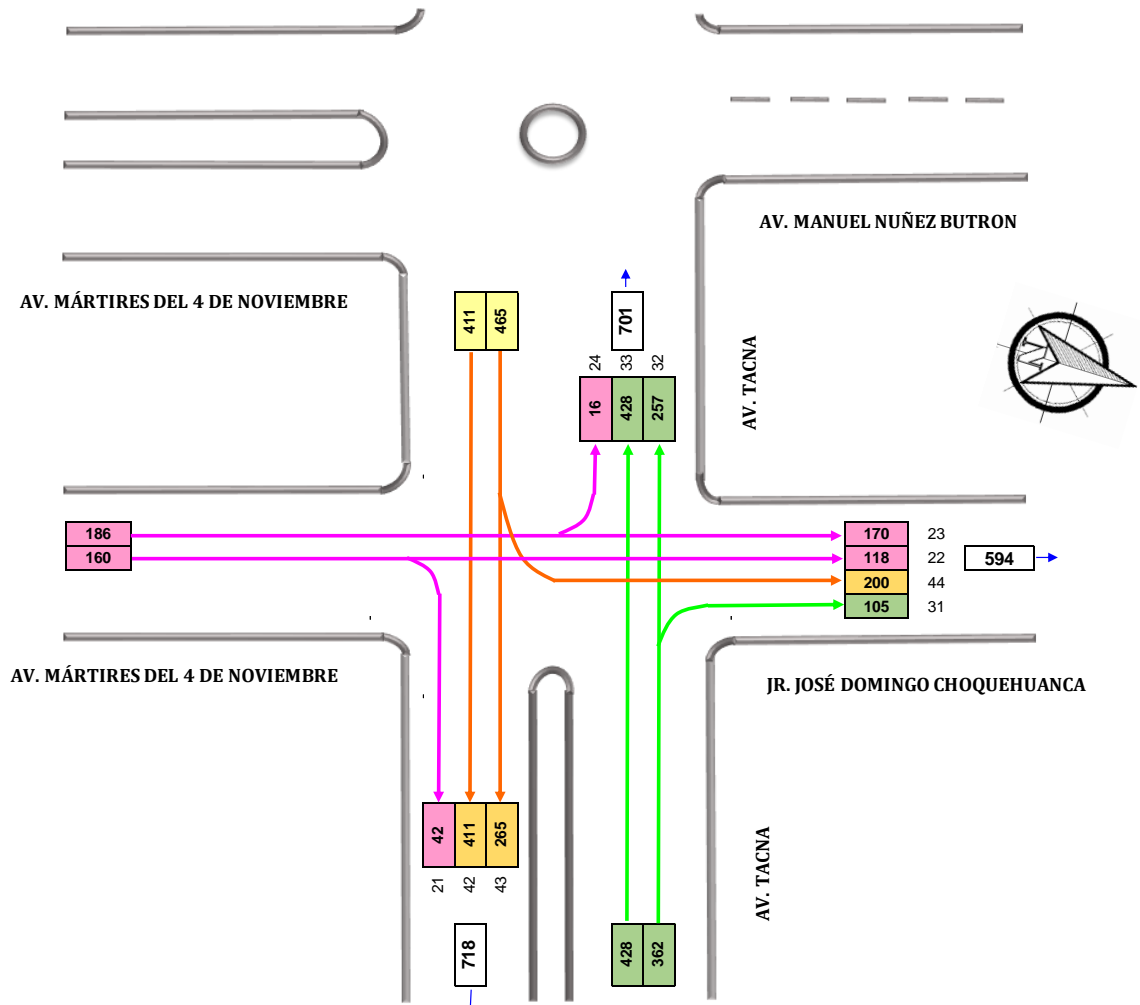
Transporte	11	12	13	14	21	22	23	-	31	32	33	34	41	42	43	-
Transporte Publico	47	218	91	122	110	23	62	0	51	16	55	155	8	36	100	0
Transporte Privado	20	66	176	66	183	54	138	0	32	19	57	219	41	43	102	0
Transporte Pesado	0	23	12	31	16	1	0	0	0	0	0	17	0	1	1	0
TOTAL	67	307	279	219	309	78	200	0	83	35	112	391	49	80	203	0
%	3%	13%	12%	9%	13%	3%	8%	0%	3%	1%	5%	16%	2%	3%	8%	0%

	Totales	%
Transporte Publico	1094	45.4%
Transporte Privado	1216	50.4%
Transporte Pesado	102	4.2%
TOTAL	2412	100.00%

Figura 12

Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 2 - Mañana

INTERSECCION:	AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA	REGION:	PUNO
FECHA:	lunes, 4 de Octubre de 2021	DISTRITO:	JULIACA
HORA :	7:15 - 8:15 AM	DÍA:	LUNES
TURNO:	MAÑANA		



Vehiculo	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	-	-	42	43	44	Total
Moto lineal	-	-	-	-	6	4	3	3	1	33	41	0	0	49	29	1	170
Moto taxi	-	-	-	-	23	8	16	1	16	80	134	0	0	109	115	5	507
Autos	-	-	-	-	6	11	14	3	8	54	102	0	0	111	64	22	395
Camioneta Rural	-	-	-	-	2	1	2	1	2	10	31	0	0	29	13	13	104
Microbus	-	-	-	-	0	48	56	0	10	35	62	0	0	13	7	80	311
Omnibus	-	-	-	-	0	7	16	0	22	3	2	0	0	15	6	5	76
Camión Liviano	-	-	-	-	5	2	3	4	0	18	21	0	0	30	19	9	111
Camión Pesado	-	-	-	-	0	0	0	0	0	2	3	0	0	5	1	0	11
TOTAL	0	0	0	0	42	81	110	12	59	235	396	0	0	361	254	135	1685
UCP	0	0	0	0	42	118	170	16	105	257	428	0	0	411	265	200	2012

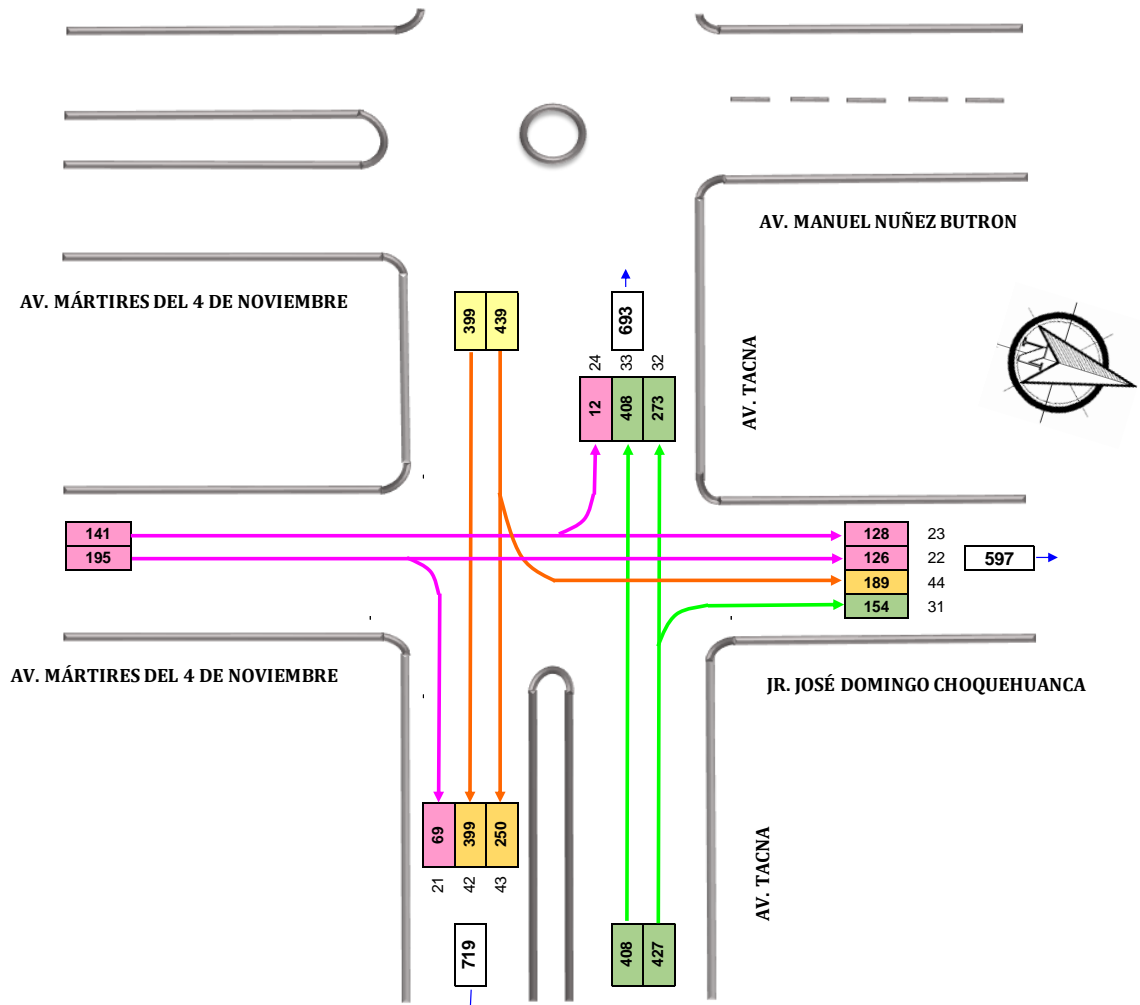
Transporte	11	12	13	14	21	22	23	-	31	32	33	34	41	42	43	-
Transporte Publico	-	-	-	-	23	63	88	1	48	33	198	0	0	137	128	90
Transporte Privado	-	-	-	-	14	16	19	7	11	48	174	0	0	189	106	36
Transporte Pesado	-	-	-	-	0	7	16	0	22	5	5	0	0	20	7	5
TOTAL	0	0	0	0	37	86	123	8	81	86	377	0	0	346	241	131
%	0%	0%	0%	0%	2%	6%	8%	1%	5%	6%	25%	0%	0%	23%	16%	9%

	Totales	%
Transporte Publico	809	53.4%
Transporte Privado	620	40.9%
Transporte Pesado	87	5.7%
TOTAL	1516	100.00%

Figura 13

Flujos Vehiculares (hora punta) Intersección 2 - Tarde

INTERSECCION:	AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA	REGION:	PUNO
FECHA:	lunes, 4 de Octubre de 2021	DISTRITO:	JULIACA
HORA :	4:30 - 5:30 PM	DÍA:	LUNES
TURNO:	TARDE		



Vehiculo	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	-	-	42	43	44	Total
Moto lineal	-	-	-	-	5	9	11	1	10	37	43	0	0	51	48	11	226
Moto taxi	-	-	-	-	27	10	15	5	24	69	119	0	0	116	80	14	479
Autos	-	-	-	-	13	13	15	4	5	88	126	0	0	105	70	32	471
Camioneta Rural	-	-	-	-	5	4	1	2	6	14	24	0	0	32	17	9	114
Microbus	-	-	-	-	4	43	40	1	13	32	38	0	0	15	9	64	259
Omnibus	-	-	-	-	0	9	12	0	33	4	8	0	0	9	7	8	90
Camión Liviano	-	-	-	-	8	2	0	0	11	19	0	0	0	25	17	4	86
Camión Pesado	-	-	-	-	0	0	0	0	0	3	3	0	0	8	0	0	14
TOTAL	0	0	0	0	62	90	94	13	91	258	380	0	0	361	248	142	1739
UCP	0	0	0	0	69	126	128	12	154	273	408	0	0	399	250	189	2009

Transporte	11	12	13	14	21	22	23	-	31	32	33	34	41	42	43	-
Transporte Publico	-	-	-	-	31	62	67	6	70	37	165	0	0	140	96	86
Transporte Privado	-	-	-	-	23	26	27	7	21	50	193	0	0	188	135	52
Transporte Pesado	-	-	-	-	0	9	12	0	33	7	11	0	0	17	7	8
TOTAL	0	0	0	0	54	97	106	13	124	94	369	0	0	345	238	146
%	0%	0%	0%	0%	3%	6%	7%	1%	8%	6%	23%	0%	0%	22%	15%	9%

	Totales	%
Transporte Publico	760	47.9%
Transporte Privado	722	45.5%
Transporte Pesado	104	6.6%
TOTAL	1586	100.00%

De las figuras 8 y 9 también se elaboraron gráficos de variación del volumen vehicular para intervalos de 15 minutos y de una hora para las intersecciones 1 y 2, tal como se representa en las figuras 14, 15, 16 y 17.

Figura 14

Volumen vehicular en intervalos de 15 minutos - Intersección 1

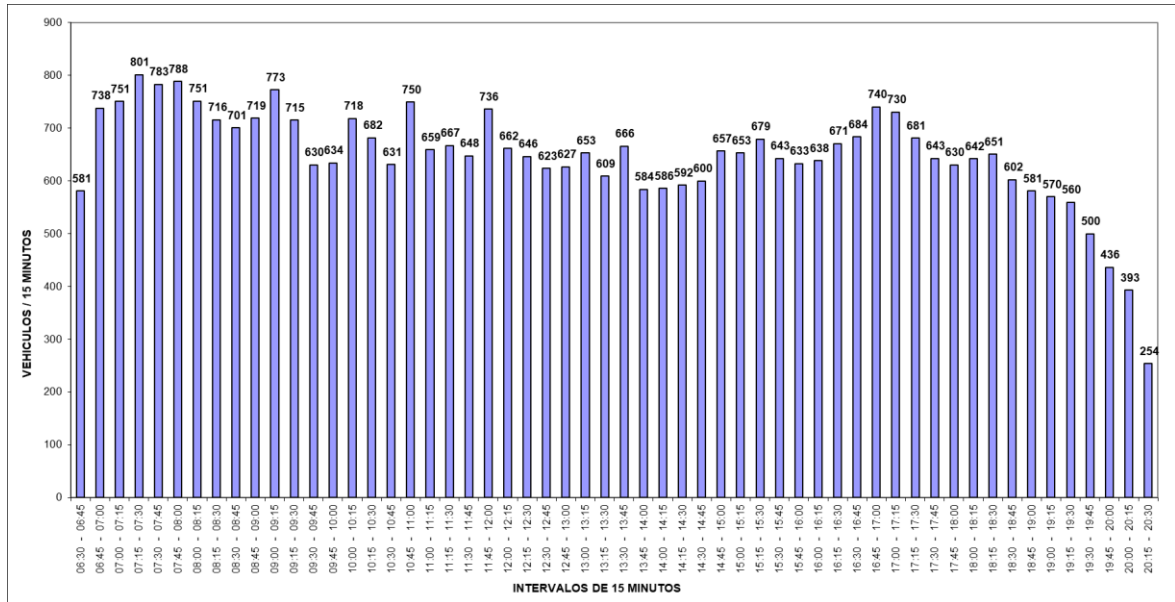


Figura 15

Volumen de vehículos en intervalos de una hora - Intersección 1

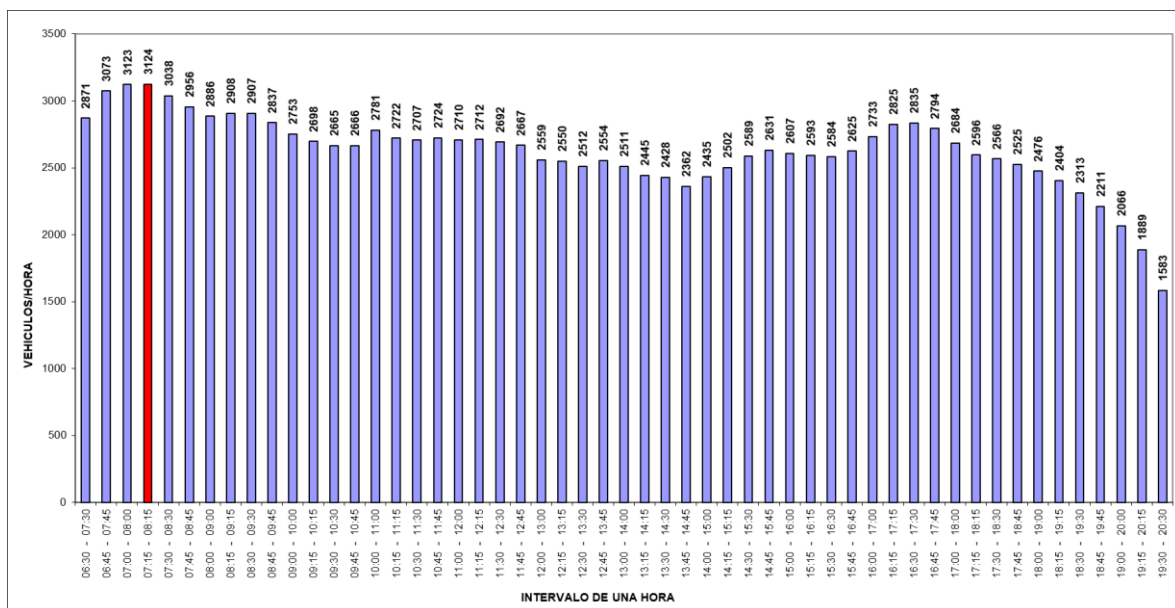


Figura 16

Volumen vehicular en intervalos de 15 minutos - Intersección 2

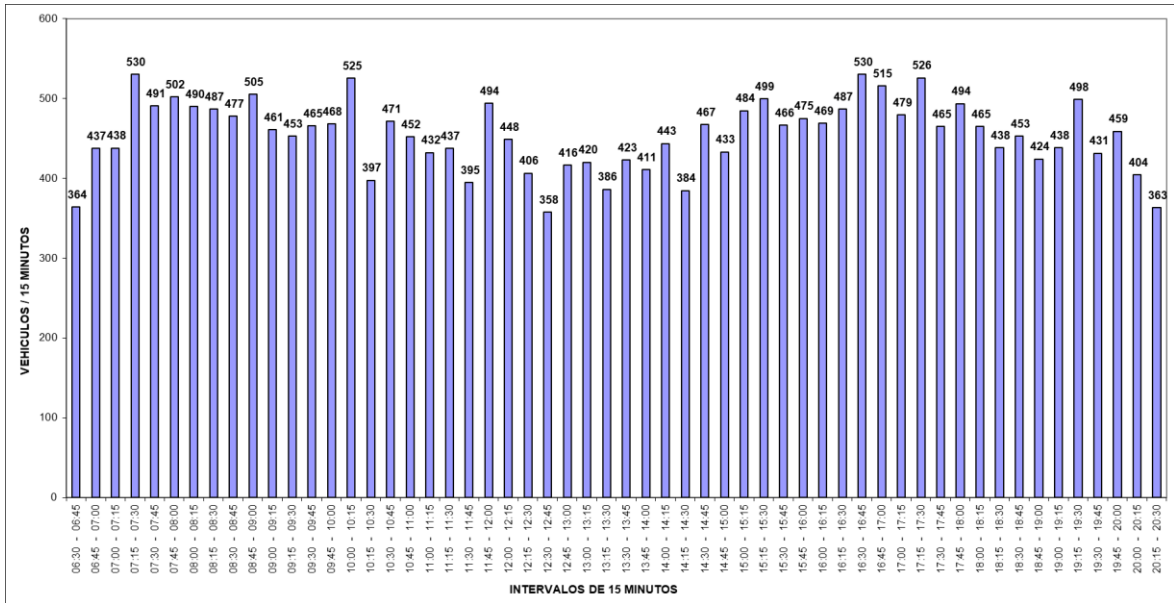
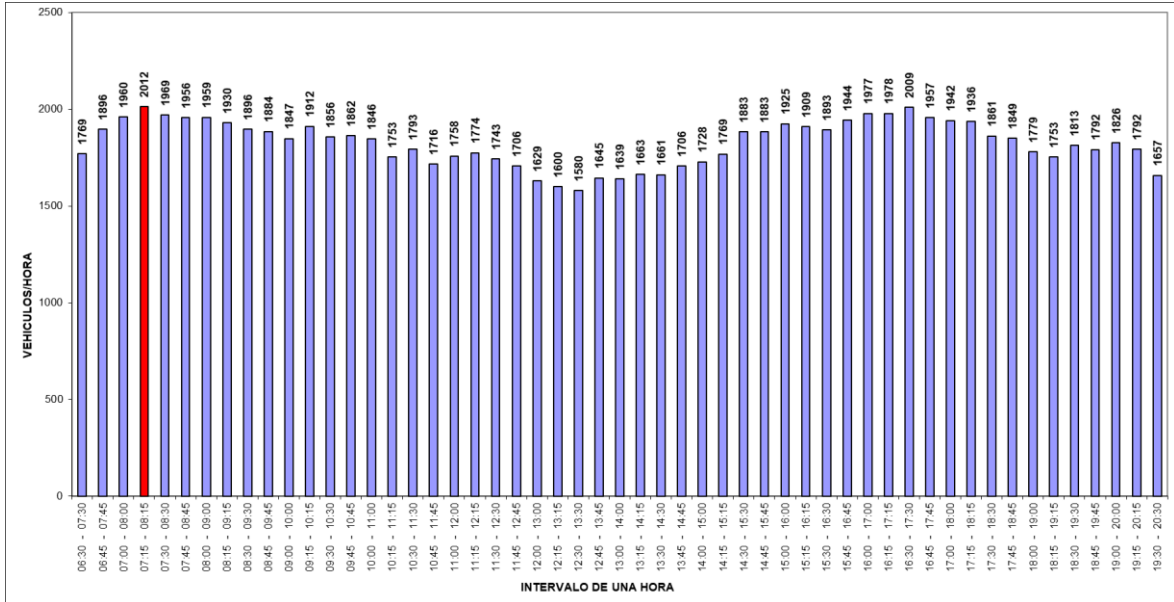


Figura 17

Volumen de vehículos en intervalos de una hora - Intersección 2

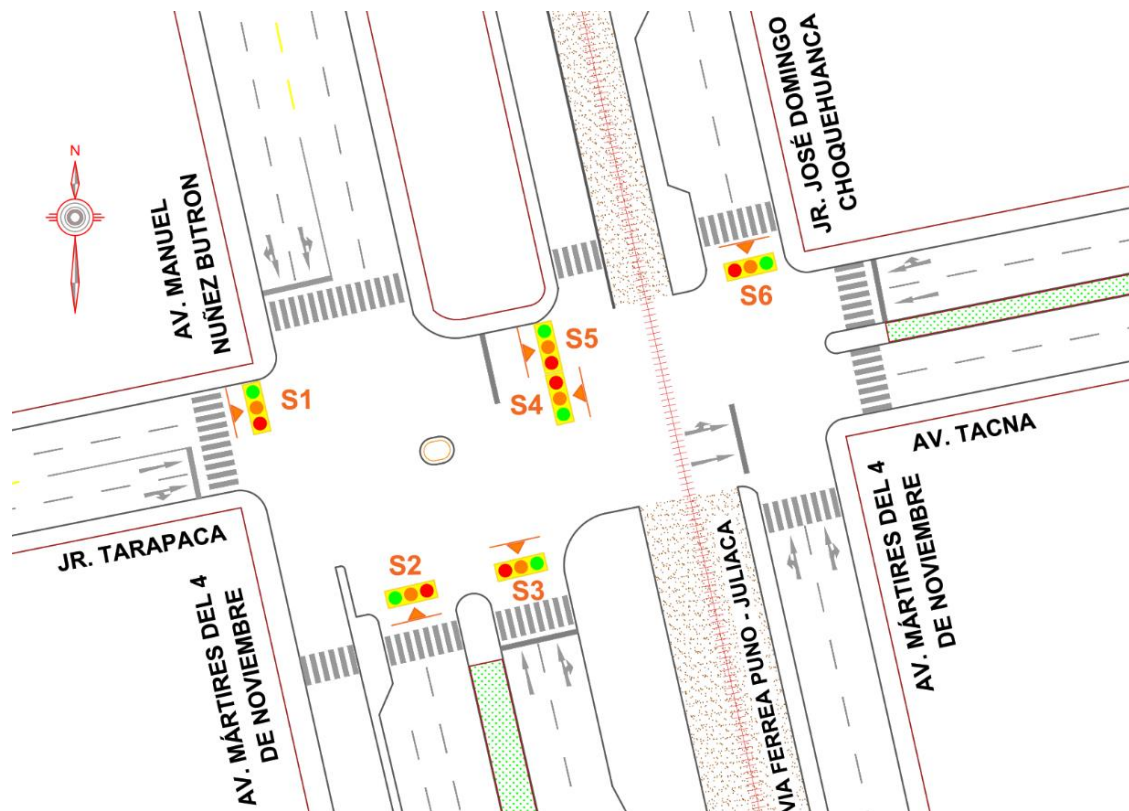


De las figuras 8 y 9 también se elaboró diagramas de flujo vehicular por sentido en cada intersección, los que se adjuntan anexados.

Para el estudio de las condiciones de semaforización, primeramente, se elaboró un esquema que nos permite identificar la ubicación de los semáforos dentro de las intersecciones de estudio.

Figura 18

Ubicación de los semáforos en las intersecciones en estudio



Nota. Representación gráfica de identificación del sistema de semaforización que regula el tránsito vehicular y ubicación de cada semáforo dentro de las intersecciones en el área de estudio.

Una vez identificados los semáforos se procedió a determinar el ciclo semafórico de cada intersección en función a las fases que regulan el tránsito vehicular.

Figura 19

Registro de tiempos del ciclo semafórico - Intersección 1



Nota. Registro manual de tiempos con cronometro, en intervalos aleatorios.

Figura 20

Registro de tiempos del ciclo semafórico - Intersección 2



Nota. Registro manual de tiempos con cronometro, en intervalos aleatorios.

Después de la verificación en campo del ciclo semafórico se determinó que son semáforos de tiempo fijo, también se pudo verificar que no existen semáforos que regulen el tránsito peatonal.

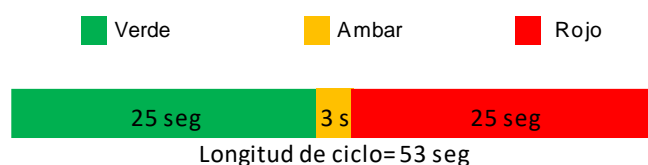
Con los registros de los tiempos de cambio entre los colores rojo, ámbar y verde, se determinó el ciclo semafórico en ambos sentidos de flujo vehicular, para cada intersección, los que se representan en la figura 21.

Figura 21

Ciclo de semaforización en la intersección 1

SEMFORIZACIÓN EN LA AV. MARTIRES DEL 4 DE NOV. - AV. MANUEL NUÑEZ

FASE 1



SEMFORIZACIÓN EN LA AV. TACNA - JR. TARAPACA

FASE 2



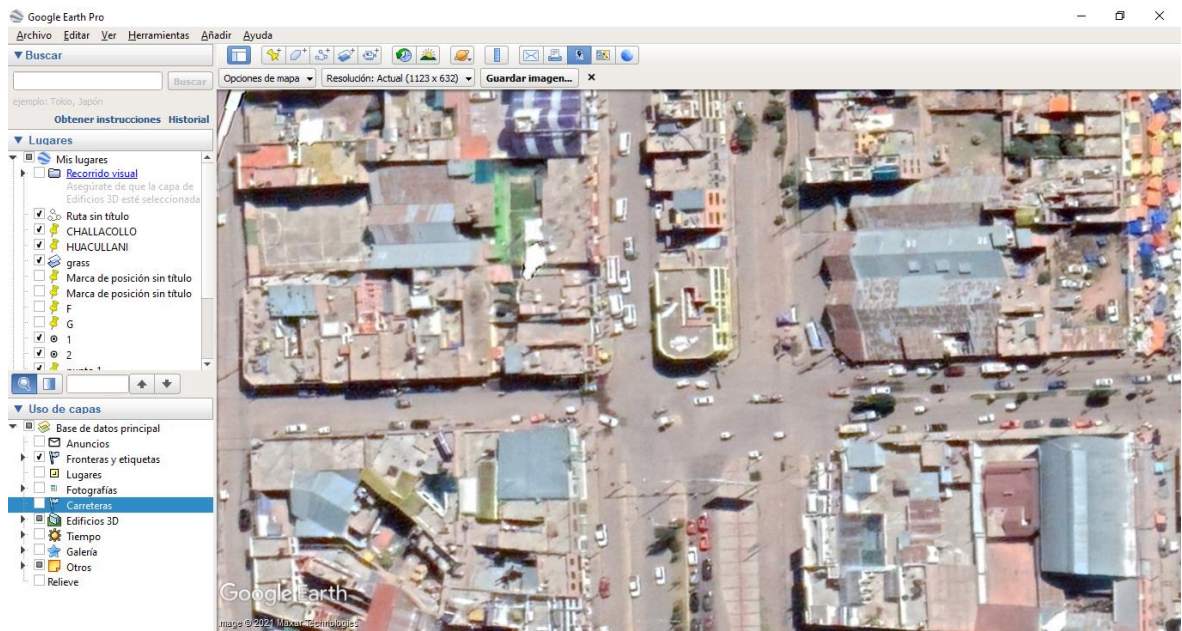
Nota. El ciclo de semaforización corresponde a la intersección 1, que refleja el mismo ciclo para la intersección 2, por encontrarse como intersecciones contiguas.

Como **resultado del objetivo específico 2** se muestra el procedimiento de la simulación de tráfico con la herramienta Synchro 8.0, de las intersecciones objeto de estudio.

1. Se exporto el background (imagen de fondo) de las intersecciones en estudio, desde el Google Earth en formato imagen (.jpg).

Figura 22

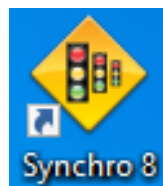
Interfaz de Google Earth Pro para la exportación del background



2. Se procedió a abrir la herramienta de simulación de tráfico Synchro 8.0, para iniciar con el proceso de modelación de la situación actual.

Figura 23

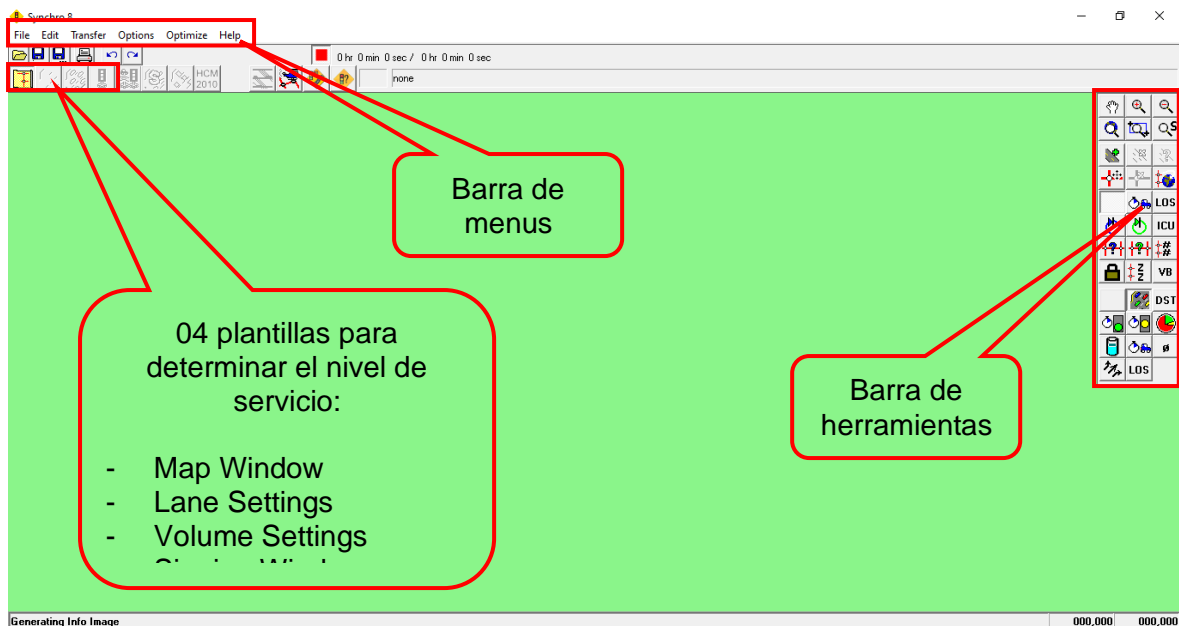
Icono de la herramienta de simulación Synchro 8.0



3. Identificación del entorno de la interfaz de la herramienta Synchro 8.0; de las herramientas y plantillas que permitan determinar la capacidad, nivel de servicio y sincronización del sistema semafórico.

Figura 24

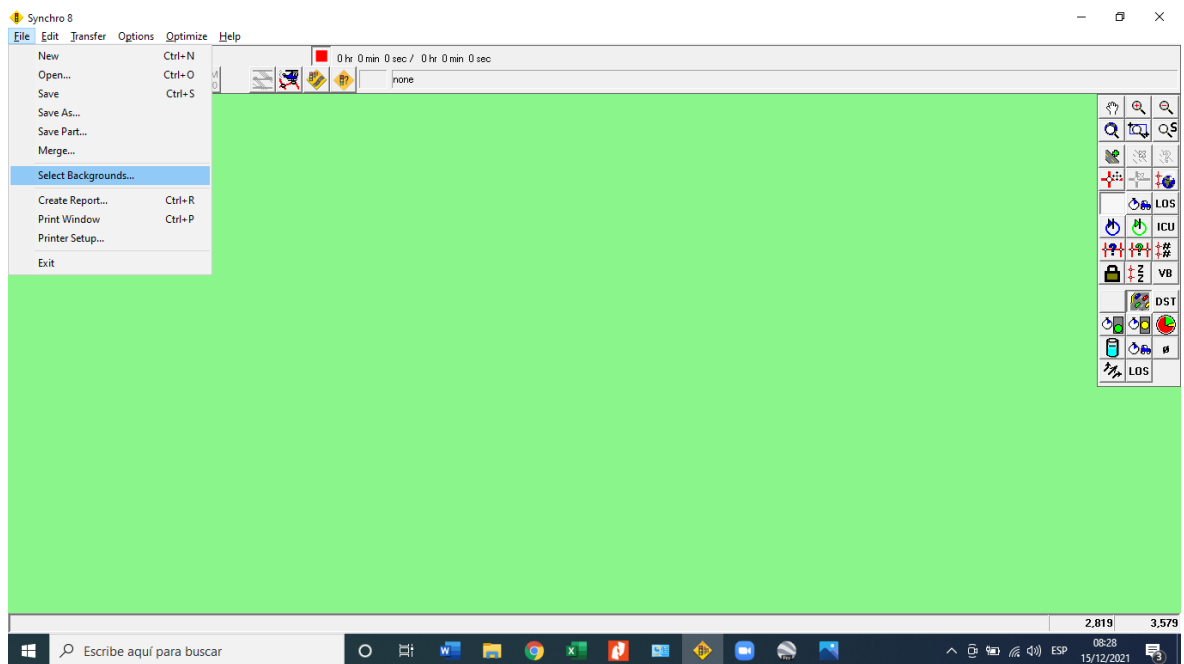
Interfaz inicial de la herramienta Synchro 8.0



4. Importación del Background de las intersecciones al Synchro 8.0; desde la barra de menú File, en Select Background.

Figura 25

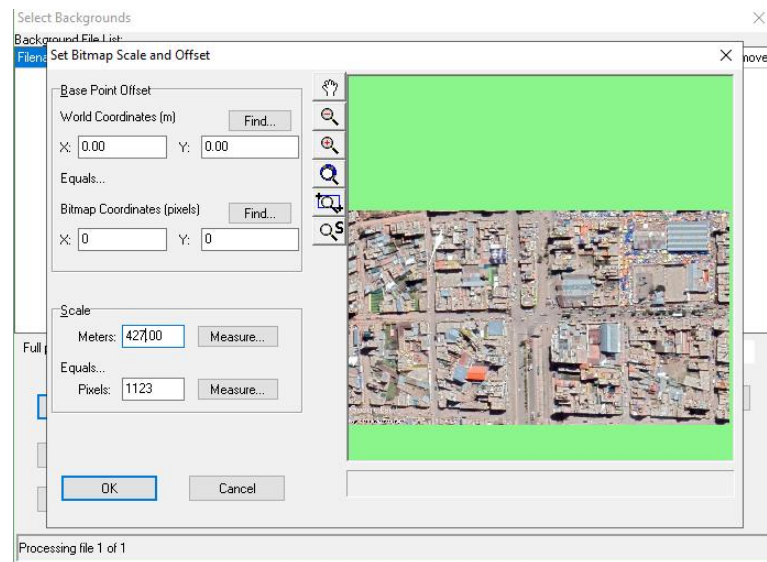
Interfaz durante la importación del background



5. Escalado del background previo a la importación, de acuerdo a la medida real del ancho total de la imagen, distancia horizontal, que para el presente estudio corresponde a 427 metros de extremo a extremo de la imagen.

Figura 26

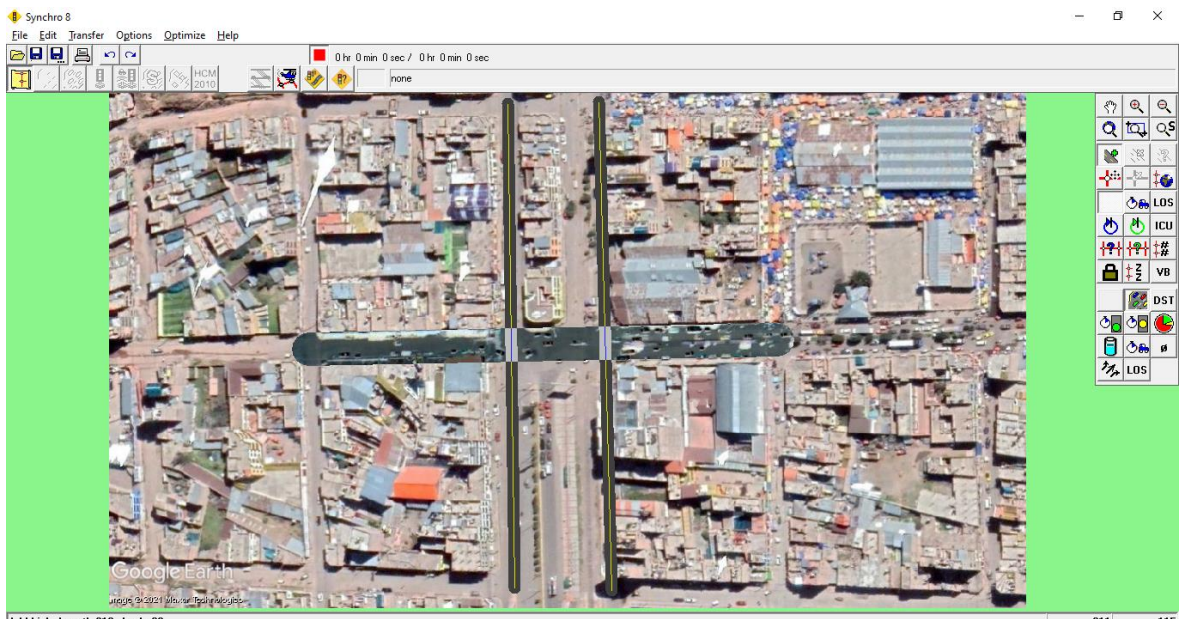
Importación de Background en escala real



6. En la primera plantilla Map Window, se realizó el trazo de vías de las intersecciones con la herramienta add link (agregar enlace); trazo realizado desde las intersecciones adyacentes a las intersecciones en estudio (Av. Tacna, Av. Mártires del 4 de Noviembre, Av. Manuel Núñez Butron, Jr. Tarapacá y Jr. José Domingo Choquehuanca) para que de esta forma permita obtener la longitud real de las vías de acceso a las intersecciones.

Figura 27

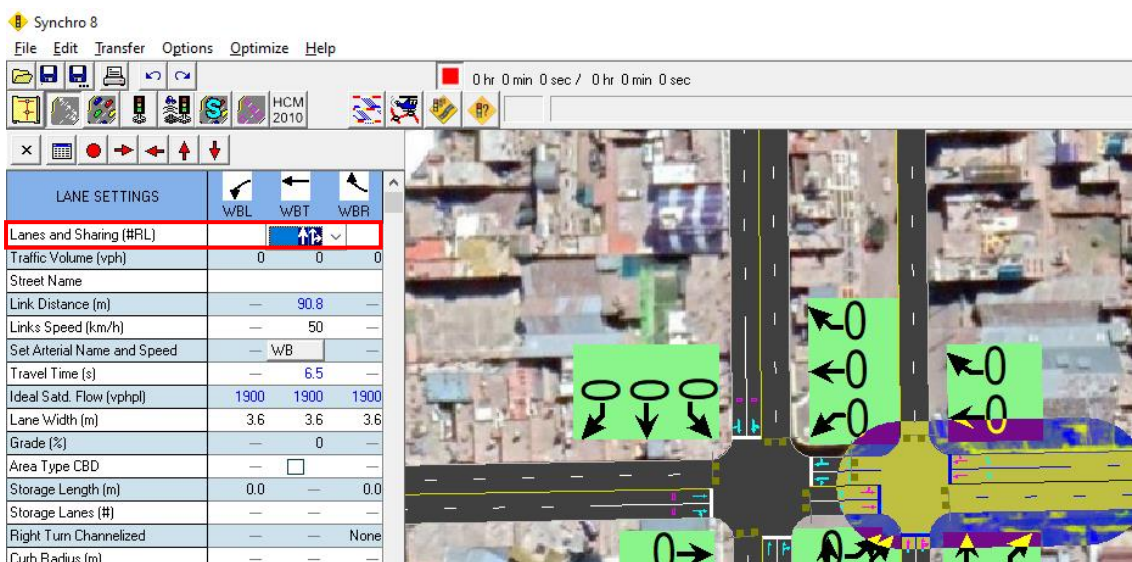
Trazo de las intersecciones viales



7. Una vez realizado el trazo de las vías, se pasó a la configuración de la segunda plantilla Lane Settings; en la primera fila “Lanes and Sharing” (carriles y compartir), se realizó la configuración de carriles y sentidos de flujo para cada vía de acceso a las dos intersecciones.

Figura 28

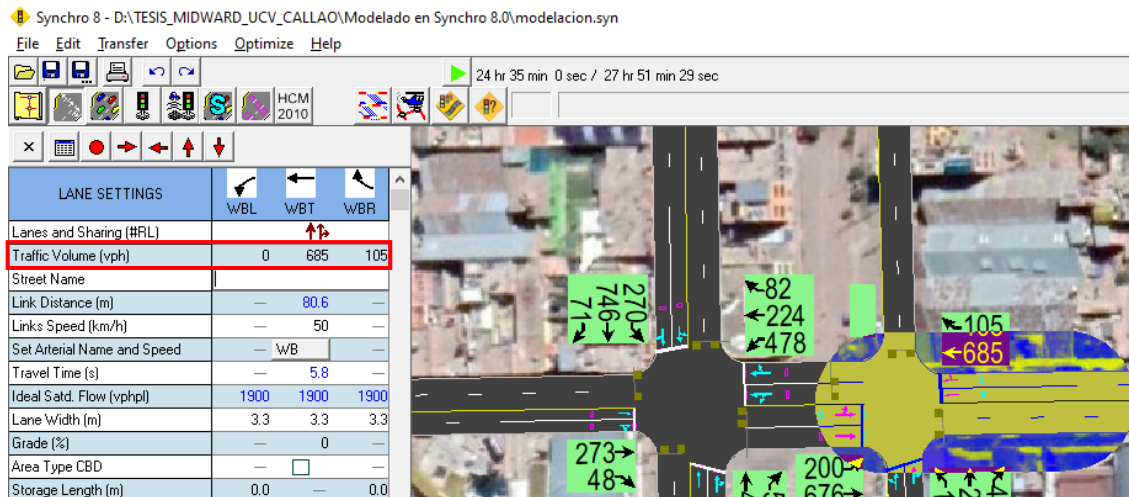
Configuración de Lanes and Sharing



- Para la siguiente fila "Traffic Volume" (volumen de tráfico) se configura el volumen de unidades vehiculares por cada sentido de flujo dentro de las intersecciones, conforme al procesamiento de datos de aforo vehicular, habiendo definido la hora pico de mayor flujo de vehículos.

Figura 29

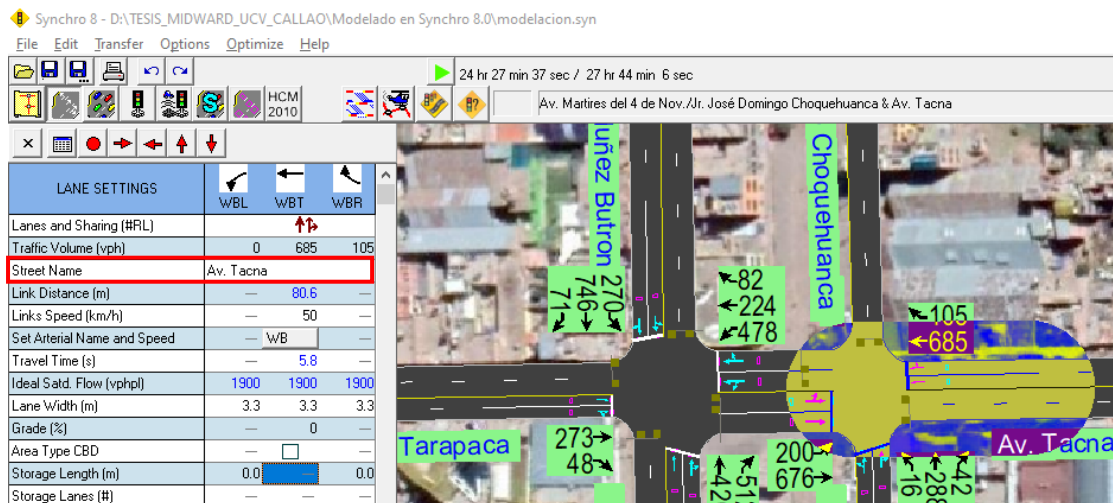
Configuración de Traffic Volume



- En la siguiente fila "Street Name" (nombre de la calle) se coloca el nombre de las vías para poderlas identificar dentro de las intersecciones en estudio, en el Map Window, conforme a la orientación para las dos intersecciones.

Figura 30

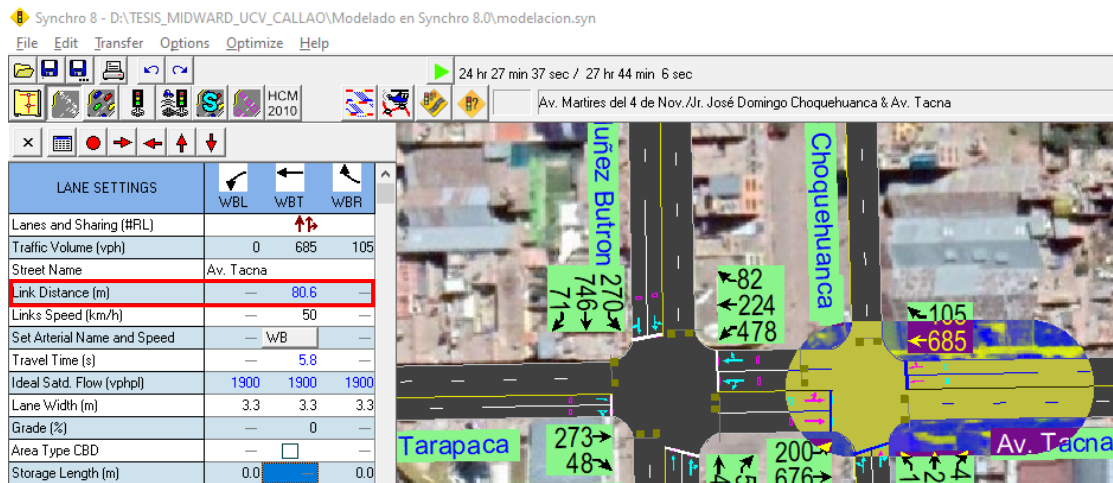
Configuración de Street Name



10. En la siguiente fila “Link Distance” (distancia del enlace) en m, la herramienta Synchro 8.0, determina la longitud de las vías dentro de las intersecciones en estudio, debido a que la imagen satelital ya se encuentra escalada.

Figura 31

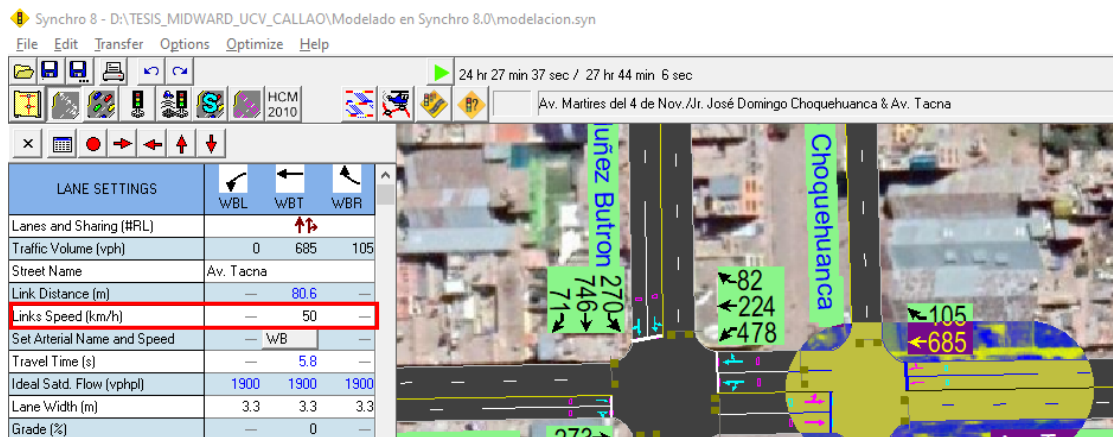
Configuración de Link Distance por defecto



11. En la siguiente fila “Links Speed” (velocidad de enlaces) en km/h; que corresponde a la velocidad de aproximación de las unidades vehiculares, se empleó una velocidad promedio de 50km/h, correspondiendo a un dato no muy significativo en la determinación del nivel de servicio y de capacidad de las intersecciones.

Figura 32

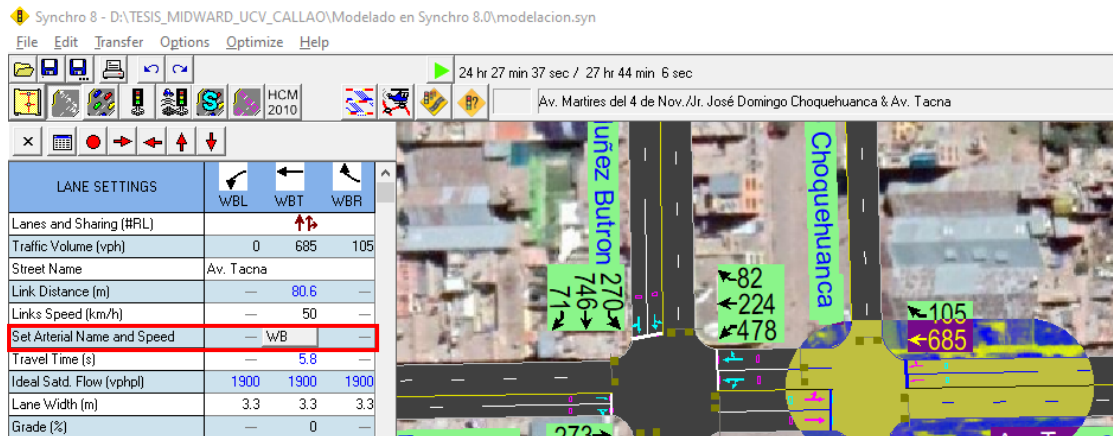
Configuración de Link Speed



12. En la siguiente fila “Set Arterial Name and Speed” (establecer el nombre arterial y la velocidad), esos botones permiten duplicar el nombre de la vía y la velocidad de aproximación, en las prolongaciones de las vías, posteriores a la intersección; acción que no se realizó por tener diferentes nombres.

Figura 33

Configuración de Set Arterial Name and Speed



13. En la siguiente fila “Travel Time” (tiempo de viaje), valor determinado por la herramienta Synchro 8.0, que corresponde al tiempo a aproximación a la intersección de todas las vías de acceso; que a su vez no es un dato muy significativo en la determinación del nivel de servicio y de capacidad de las intersecciones, motivo del presente estudio.

Figura 34

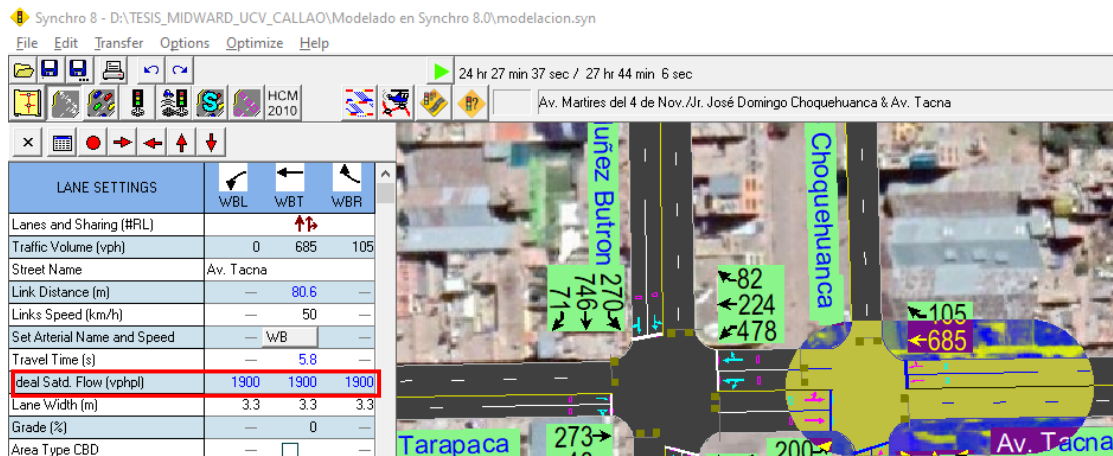
Configuración de Travel Time por defecto



14. En la siguiente fila “Ideal Satd. Flow” (flujo de saturación ideal), que conforme al HCM 2010 recomienda 1900 Veh/hora/carril, valores que se asumieron en el desarrollo del presente estudio.

Figura 35

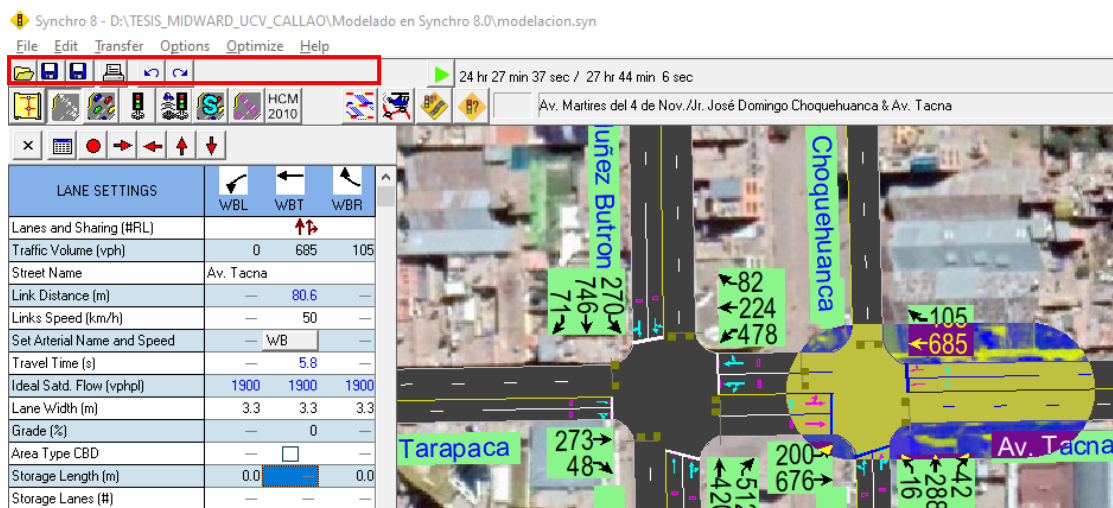
Configuración de Ideal Satd. Flow por recomendación de HCM



15. En la siguiente fila “Lane Width” (ancho de carril), se realizaron las modificaciones de ancho de carril, conforme a la caracterización geométrica realizada de las intersecciones objetos de estudio.

Figura 36

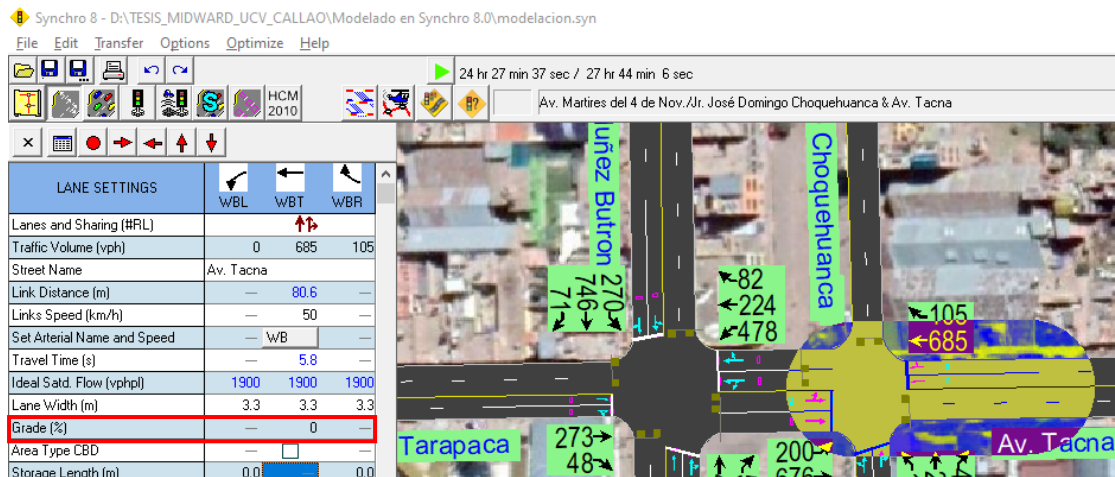
Configuración de Lane Width



16. En la siguiente fila “Grade” (Pendiente); se consideró 0% por defecto, puesto que la intersección se da en una superficie llana, cuya pendiente de las vías de acceso son despreciables.

Figura 37

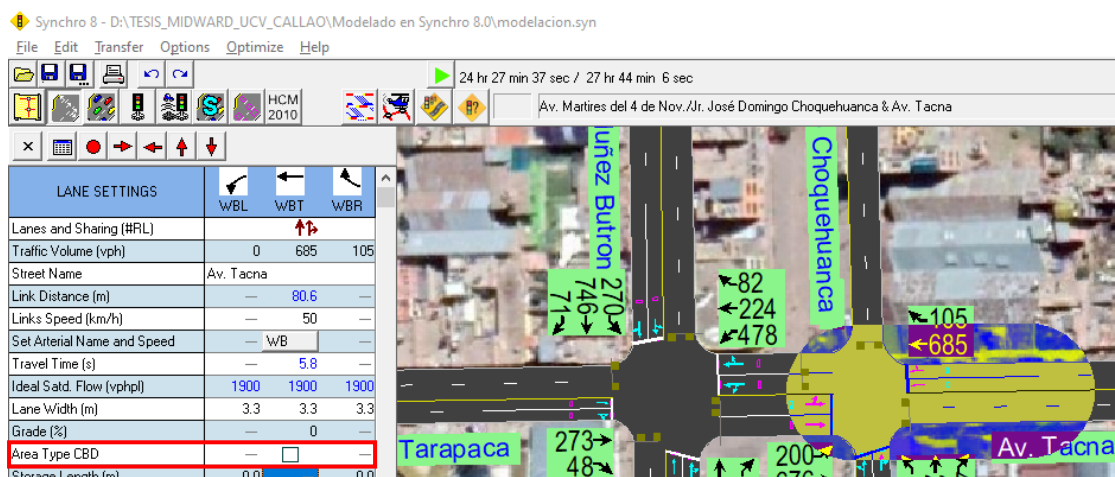
Configuración de Grade



17. En la siguiente fila “Area Type CBD” (tipo de área, Central Business District), esta casilla se activa cuando la intersección en estudio se encuentra en el centro de la ciudad, que por su ubicación genera dificultades en el normal flujo del tráfico; según las intersecciones del presente estudio no se encuentran en el centro de la ciudad por lo que no se toma en cuenta para el modelado.

Figura 38

Configuración de Area Type CBD



18. En la siguiente fila “Storage Length” (Longitud de almacenamiento), que hace referencia a la longitud del carril de giro exclusivo a la derecha o a la izquierda; para el caso del siguiente trabajo de investigación, no se tienen carriles exclusivos, por eso no se considera.

A su vez la subsiguiente fila “Storage Lanes” (Carriles de Almacenamiento), que hace referencia al número de carriles de giro exclusivo a la derecha o a la izquierda; también se desestima por no contar con carriles de giro exclusivo dentro de las intersecciones.

Figura 39

Configuración de “Storage Length” y “Storage Lanes”

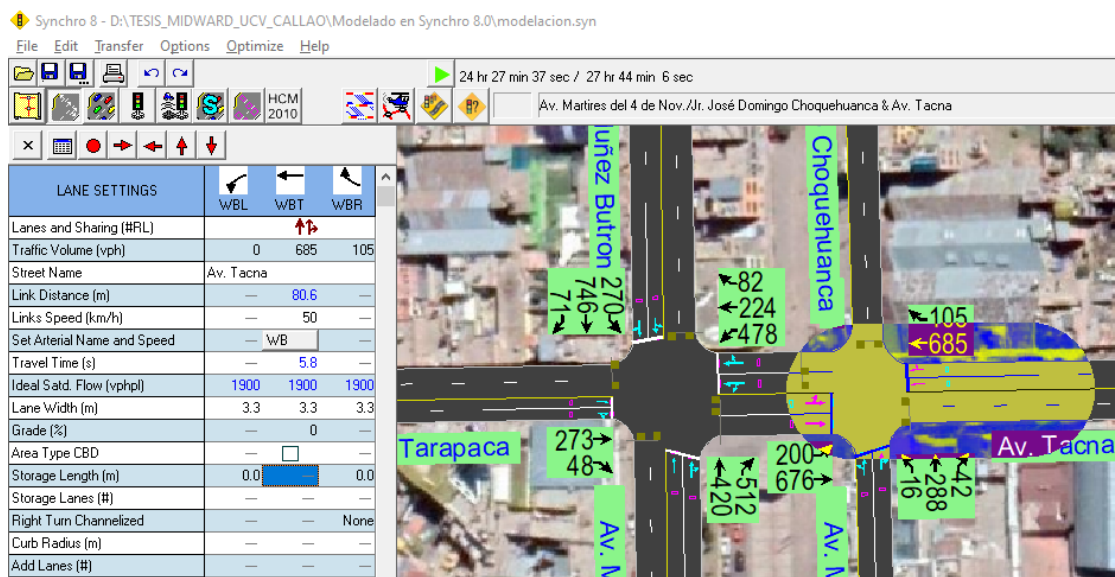


19. En la siguiente fila “Right Turn Channelized” (giro a la derecha canalizado), que corresponde al tipo de control de tránsito para el carril de giro exclusivo a la derecha; tampoco corresponde al presente trabajo de investigación.

A su vez en la subsiguiente fila “Curb Radius” (radio de bordillo), casilla para colocar el radio de la curva; también se desestima para el modelado del presente trabajo, por no presentarse en las intersecciones.

Figura 40

Configuración de "Rigth Turn Channelized" y "Curb Radius"



20. Las casillas posteriores representan cálculos determinados por la propia herramienta Synchro 8.0, basado en el manual HCM 2010. Calculo que se realizan para cada intersección.

Figura 41

Cálculos determinados por Synchro 8.0, acorde al HCM 2010

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕					
Traffic Volume (vph)	200	676	0	0	685	105	16	288	42	0	0	0
Street Name												
Link Distance (m)	43.8			80.6			114.7			112.9		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	3.2			5.8			8.3			8.1		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	3.3	3.3	3.3	4.0	4.0	4.0	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0											
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>											
Storage Length (m)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000			0.980			0.982					
Left Turn Factor (prot)	0.989			1.000			0.998					
Saturated Flow Rate (prot)	3967			3353			3623					
Left Turn Factor (perm)	0.594			1.000			0.998					
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000					
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000					
Saturated Flow Rate (perm)	2383			3353			3623					

21. En la fila posterior "Right Turn on Red" (giro a la derecha en rojo), se activa solo cuando se tenga giro exclusivo a la derecha y que permita el paso estando en rojo, lo cual también no corresponde para el tipo de intersección del presente estudio.

Finalmente se tendría la configuración correspondiente a la plantilla "Lane Settings" de la herramienta Synchro 8.0 para las intersecciones del presente trabajo de investigación tal como se muestran en las figuras 42 y 43.

Figura 42

Configuración final de la plantilla "Lane Settings" - Intersección 1

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

25 hr 20 min 12 sec / 28 hr 36 min 41 sec

HCM 2010

5

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Street Name												
Link Distance (m)	—	94.4	—	—	43.8	—	—	112.8	—	—	112.8	—
Links Speed (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Travel Time (s)	—	6.8	—	—	3.2	—	—	8.1	—	—	8.1	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.7	2.7	2.7	4.8	4.8	4.8	4.0	4.0	4.0	3.7	3.7	3.7
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Right Turn Factor	—	0.978	—	—	0.984	—	—	0.918	—	—	0.990	—
Left Turn Factor (prot)	—	1.000	—	—	0.970	—	—	1.000	—	—	0.988	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	3115	—	—	3829	—	—	3393	—	—	3500	—
Left Turn Factor (perm)	—	1.000	—	—	0.661	—	—	1.000	—	—	0.570	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	3115	—	—	2609	—	—	3393	—	—	2019	—
Right Turn on Red?	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—

Figura 43

Configuración final de la plantilla "Lane Settings" - Intersección 2

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

25 hr 18 min 52 sec / 28 hr 35 min 21 sec

HCM 2010

6

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	200	676	0	0	685	105	16	288	42	0	0	0
Street Name												
Link Distance (m)	—	43.8	—	—	80.6	—	—	114.7	—	—	112.9	—
Links Speed (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Travel Time (s)	—	3.2	—	—	5.8	—	—	8.3	—	—	8.1	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	3.3	3.3	3.3	4.0	4.0	4.0	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	—	—	0.980	—	—	0.982	—	—	—	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.989	—	—	1.000	—	—	0.998	—	—	—	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	3967	—	—	3353	—	—	3623	—	—	—	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.594	—	—	1.000	—	—	0.998	—	—	—	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	—	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	—	—	—	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	2383	—	—	3353	—	—	3623	—	—	—	—
Right Turn on Red?	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—

Right Turn on Red Allowed

22. Culminada la configuración de la segunda plantilla, se procede a la configuración de la tercera plantilla "Volumen Settings" (Configuración de Volúmenes) bajo el siguiente procedimiento; las filas iniciales "Lanes and Setting" y "Traffic Volume", corresponde a los mismos datos de la plantilla "Lane Settings" configurado anteriormente.

Por lo que corresponde la configuración, desde la fila "Conflicting Peds." (conflicto por peatones), que corresponde a la cantidad de peatones que generan un conflicto en el flujo vehicular para los giros a la derecha e izquierda que son permitidos; para el caso del presente estudio no se considera dicho

dato por no ser de consideración, al no estar las intersecciones en el centro de la ciudad, donde si son relevantes dichos datos.

Ademas en la subsiguiente fila "Conflicting Bicycles" (Conflicto por bicicletas), que corresponde a la cantidad de bicicletas que generan un conflicto en el flujo vehicular para los giros a la derecha e izquierda que son permitidos; para el caso del presente estudio no se considera dicho dato por no ser de consideración, al no presentarse en las intersecciones.

Figura 44

Configuración de "Conflicting Peds" y "Conflicting Bicycles"

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

27 hr 40 min 34 sec / 30 hr 57 min 3 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑↓			↑↓			↑↓	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	297	52	520	243	89	0	457	557	293	811	77
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	349	0	0	852	0	0	1014	0	0	1181	0

23. En la siguiente fila "Peak Hour Factor" (factor de hora pico), corresponde a la uniformidad del volumen de tráfico vehicular cada 15 minutos dentro de la hora pico de mayor tránsito vehicular; siendo próximo a 1 cuando la distribución es casi uniforme, y conforme sea menor a 1 es directamente proporcional a una gran variación en la distribución de volumen.

Figura 45

Configuración de Peak Hour Factor

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

29 hr 27 min 25 sec / 32 hr 43 min 54 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↔			↑↓			↔	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

24. En la siguiente fila “Growth Factor” (factor de crecimiento), que adopta valores desde 0.5 a 3.0, conforme a años futuros o factores de decrecimiento; en el presente estudio se adopta un valor de 1 que representa el estado actual. Para el presente estudio han sido considerados de acuerdo a los datos de aforos de vehículos mixtos presentado en las hojas de resúmenes.

Figura 46

Configuración de Growth factor

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

29 hr 27 min 25 sec / 32 hr 43 min 54 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↔			↑↓			↔	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

25. En la siguiente fila “Heavy Vehicles” (vehículos pesados), representa el porcentaje de vehículos pesados del total del volumen de tráfico; para el

presente trabajo se toma el dato del flujograma de flujos vehiculares (hora punta) de cada intersección.

Figura 47

Configuración de Heavy Vehicles

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

30 hr 42 min 59 sec / 33 hr 59 min 28 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑↓			↑↓			↑↓	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	2	0	0	0	1	4	15	6	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

26. En la siguiente fila “Bus Blockages” (bloqueo de bus), corresponde a la existencia de buses que dejan y recogen pasajeros bloqueando el tráfico; para el presente estudio se desestima dicho valor por no haber paraderos y a su vez no se interrumpe el tráfico.

Figura 48

Configuración de Bus Blockages

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

30 hr 42 min 59 sec / 33 hr 59 min 28 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑↓			↑↓			↑↓	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	2	0	0	0	1	4	15	6	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. La siguiente fila "Adj. Parking Lane" (carril de parqueo adyacente), dichos cuadro se habilitan con la existencia de carriles adyacente; lo que no se presentó en el desarrollo del presente trabajo.

A su vez en la siguiente fila "Parking Maneuvers" (maniobras de estacionamiento), que no corresponde para el presente estudio de investigación.

Figura 49

Configuración de "Adj. Parking Lane" y "Parking Maneuvers"

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

30 hr 42 min 59 sec / 33 hr 59 min 28 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕↔			↕↔			↕↔			↕↔		
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	2	0	0	0	1	4	15	6	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	WB											
Adjusted Flow (vph)	0	300	53	543	252	119	0	462	563	290	838	111
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

28. En la fila "Adjusted Flow" (flujo ajustado), que corresponde al flujo vehicular con variación, determinado por la herramienta Synchro 8.0.

Figura 50

Cálculo de Adjusted Flow por Synchro 8.0

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

30 hr 42 min 59 sec / 33 hr 59 min 28 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↔			↑↑			↔	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	2	0	0	0	1	4	15	6	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	300	53	543	252	119	0	462	563	290	838	111
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

29. En la fila subsiguiente “Lane Group Flow” (flujo de grupo de carril), que corresponde a la combinación de flujos ajustados y tráfico del valor del carril, necesarios para la asignación de volúmenes netos a las agrupaciones de carriles de la intersección en estudio; que es determinado por la misma herramienta Synchro 8.0.

Figura 51

Configuración de Lane Group Flow por Synchro 8.0

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

30 hr 42 min 59 sec / 33 hr 59 min 28 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑↓			↑↓			↑↓	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	2	0	0	0	1	4	15	6	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	300	53	543	252	119	0	462	563	290	838	111
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	353	0	0	914	0	0	1025	0	0	1239	0

30. Finalmente, para la tercera plantilla “Volume Settings” conforme la configuración mediante Synchro 8.0, se obtuvo los gráficos 52 y 53 para las dos intersecciones en estudio, culminándose de esta manera la configuración de la tercera plantilla.

Figura 52

Configuración final plantilla Volume Settings - Intersección 1

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

31 hr 14 min 40 sec / 34 hr 31 min 9 sec

HCM 2010

5

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↕↕			↕↕			↕↕			↕↕	
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	0.91	0.91	0.88	0.89	0.69	1.00	0.91	0.91	0.93	0.89	0.64
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	2	0	0	0	1	4	15	6	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	300	53	543	252	119	0	462	563	290	838	111
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	353	0	0	914	0	0	1025	0	0	1239	0

Figura 53

Configuración final plantilla Volume Settings - Intersección 2

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

1 hr 3 min 17 sec / 35 hr 44 min 28 sec

HCM 2010

6

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↕↕			↕↕			↕↕				
Traffic Volume (vph)	200	676	0	0	685	105	16	288	42	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.80	0.88	1.00	1.00	0.83	0.71	0.40	0.87	0.76	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	4	4	0	0	4	27	0	11	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	250	768	0	0	825	148	40	331	55	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	1018	0	0	973	0	0	426	0	0	0	0

31. Como último paso se ingresó información a la plantilla “Timing Settings” (configuración de tiempo); en donde las filas iniciales “Lane and Sharing” y “Traffic Volume”; corresponden a los valores ingresados en la plantilla “Lane Settings”.

En la siguiente fila “Turn Type” (Tipo de Giro), que corresponde a como se protegen los giros a la izquierda y derecha de los accesos; para el presente trabajo de investigación, no se tiene giros exclusivos a la derecha, por lo que se activan las casillas solo para los giros compartidos a la izquierda, que a su vez son giros que comparten la misma fase que los vehículos que van de frente por lo que corresponde el tipo de giro Split.

Figura 54
Configuración de Turn Type

delado en Synchro 8.0\modelacion.syn

0 hr 3 min 47 sec / 75 hr 26 min 18 sec

5 Av. Martires del 4 de Nov./Av. Manuel Nuñez Butron & Jr. Tarapaca

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)														
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71	—	—
Turn Type	—	—	—	Split	—	—	—	—	—	Split	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	—	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—

32. En las siguientes filas correspondientes a “Protected Phases” (fases protegidas) y “Permitted Phases” (fases permitidas), donde se permite la asignación de uno a más fases por movimiento conforme a la disposición de la intersección. La herramienta Synchro tiene predefinida la configuración estándar NEMA del National Electric Manufacturers Association; quien asigna valores según la configuración de la intersección ya definida, cuyos valores se

definen según la tipología de la intersección, considerándose como vía principal la que va de Norte a Sur.

Figura 55

Configuración de "Protected Phases" y "Permitted Phases"

delado en Synchro 8.0\modelacion.syn

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)		↑↓		↑↓			↑↓			↑↓				
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71		
Turn Type				Split						Split				
Protected Phases		4		8	8			2		6	6			
Permitted Phases														
Detector Phases		4		8	8			2		6	6			
Switch Phase		0		0	0			0		0	0			
Leading Detector (m)		10.0			10.0			10.0			10.0			
Trailing Detector (m)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)		4.0		4.0	4.0			4.0		4.0	4.0			
Minimum Split (s)		20.0		20.0	20.0			20.0		20.0	20.0			
Total Split (s)		53.0		53.0	53.0			53.0		53.0	53.0			
Yellow Time (s)		3.0		3.0	3.0			3.0		3.0	3.0			
All-Red Time (s)		0.0		0.0	0.0			0.0		0.0	0.0			
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			

33. Las siguientes cuatro filas "Detector Phases" (fases del detector) "Switch Phase" (cambiar fase) "Leading Detector" (detector lider) y "Trailing Detector" (detector de seguimiento); para dichas configuraciones corresponden a sistemas semafóricos que emplean detectores. En el caso del presente trabajo se tiene semáforos de tiempos fijos por lo que se omite su configuración.

Figura 56

Configuración de "Detector Phases", "Switch Phases", "Leading Detector" y "Trailing Detector"

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕			—	—
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71	—	—
Turn Type	—	—	—	Split	—	—	—	—	—	Split	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	—	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—

34. En la siguiente fila "Minimum Initial" (mínimo inicial), corresponde al tiempo en segundos que se establece para el color verde del semáforo al inicio. Para el presente trabajo de investigación se asumió un valor de 4, que no representa mayor incidencia en los cálculos.

Figura 57

Configuración de Minimum Initial

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕			—	—
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71	—	—
Turn Type	—	—	—	Split	—	—	—	—	—	Split	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	—	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—

35. En la siguiente fila "Minimum Split" (división mínima), corresponde al tiempo mínimo que se consiente para una fase. En el presente trabajo de investigación consideramos el tiempo establecido por defecto por la herramienta Synchro 8.0.

Figura 58

Configuración de Minimum Split

delado en Synchro 8.0\modelacion.syn

TIMING SETTINGS															
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)			↑↑			↑↑			↑↑			↑↑			
Traffic Volume (vph)		0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71		
Turn Type					Split						Split				
Protected Phases			4		8	8			2		6	6			
Permitted Phases															
Detector Phases			4		8	8			2		6	6			
Switch Phase			0		0	0			0		0	0			
Leading Detector (m)			10.0			10.0			10.0			10.0			
Trailing Detector (m)			0.0			0.0			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)			4.0		4.0	4.0			4.0		4.0	4.0			
Minimum Split (s)			20.0		20.0	20.0			20.0		20.0	20.0			
Total Split (s)			53.0		53.0	53.0			53.0		53.0	53.0			
Yellow Time (s)			3.0		3.0	3.0			3.0		3.0	3.0			
All-Red Time (s)			0.0		0.0	0.0			0.0		0.0	0.0			

36. En la siguiente fila “Total Split” (división total), que corresponde al tiempo total de la fase; que para el presente caso corresponde a 53 segundos de los tiempos rojo, verde y ámbar, dentro de la fase actual para las intersecciones.

Figura 59

Configuración de Total Split

delado en Synchro 8.0\modelacion.syn

TIMING SETTINGS															
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)			↑↑			↑↑			↑↑			↑↑			
Traffic Volume (vph)		0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71		
Turn Type					Split						Split				
Protected Phases			4		8	8			2		6	6			
Permitted Phases															
Detector Phases			4		8	8			2		6	6			
Switch Phase			0		0	0			0		0	0			
Leading Detector (m)			10.0			10.0			10.0			10.0			
Trailing Detector (m)			0.0			0.0			0.0			0.0			
Minimum Initial (s)			4.0		4.0	4.0			4.0		4.0	4.0			
Minimum Split (s)			20.0		20.0	20.0			20.0		20.0	20.0			
Total Split (s)			53.0		53.0	53.0			53.0		53.0	53.0			
Yellow Time (s)			3.0		3.0	3.0			3.0		3.0	3.0			
All-Red Time (s)			0.0		0.0	0.0			0.0		0.0	0.0			

37. En las siguientes dos filas "Yellow Time" (tiempo amarillo) y "All-Red Time" (todo el tiempo rojo), corresponde al tiempo del color amarillo del semáforo, que según la estimación en campo corresponde a 3 segundos y en el caso de todo el tiempo rojo, no se presenta dentro de las intersecciones en estudio.

Figura 60

Configuración de "Yellow Time" y "All-Red Time"

delado en Synchro 8.0\modelacion.syn

0 hr 3 min 47 sec / 75 hr 26 min 18 sec

5 Av. Martires del 4 de Nov./Av. Manuel Nuñez Butron & Jr. Tarapaca

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	FED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)		↕			↕			↕			↕			
Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71	—	—
Turn Type	—	—	—	Split	—	—	—	—	—	Split	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	4	—	8	8	—	—	2	—	6	6	—	—	—
Switch Phase	—	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—

38. Una vez culminado con la configuración de la cuarta plantilla, la herramienta Synchro 8.0 realiza los cálculos correspondientes, que nos brinda la siguiente información de la configuración de tiempos para las dos intersecciones en estudio.

Figura 61

Configuración final plantilla Timing Settings - Intersección 1

TIMING SETTINGS														
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	Max	—	Max	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	50.0	—	—	50.0	—	—	50.0	—	—	50.0	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.24	—	—	0.24	—	—	0.24	—	—	0.24	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.47	—	—	1.15dl	—	—	1.45dr	—	—	1.59	—	—	—
Control Delay (s)	—	72.1	—	—	109.9	—	—	198.7	—	—	317.0	—	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	657.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Total Delay (s)	—	72.1	—	—	766.9	—	—	198.7	—	—	317.0	—	—	—
Level of Service	—	E	—	—	F	—	—	F	—	—	F	—	—	—
Approach Delay (s)	—	72.1	—	—	766.9	—	—	198.7	—	—	317.0	—	—	—
Approach LOS	—	E	—	—	F	—	—	F	—	—	F	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	72.4	—	—	~220.8	—	—	~305.3	—	—	~413.2	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	91.2	—	—	#263.8	—	—	#350.5	—	—	#450.2	—	—	—
Stops (vph)	—	273	—	—	725	—	—	737	—	—	738	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	27	—	—	86	—	—	169	—	—	293	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—

Figura 62

Configuración final plantilla Timing Settings - Intersección 2

TIMING SETTINGS														
Leading Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Split (s)	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—	—	—	—
Total Split (s)	53.0	53.0	—	—	53.0	—	53.0	53.0	—	—	—	—	—	—
Yellow Time (s)	3.5	3.5	—	—	3.5	—	3.5	3.5	—	—	—	—	—	—
All-Red Time (s)	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	Max	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—	—	—	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	49.5	—	—	49.5	—	—	49.5	—	—	—	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.31	—	—	0.31	—	—	0.31	—	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.84	—	—	0.98	—	—	0.40	—	—	—	—	—	—
Control Delay (s)	—	58.6	—	—	79.0	—	—	44.5	—	—	—	—	—	—
Queue Delay (s)	—	672.7	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—
Total Delay (s)	—	731.4	—	—	79.0	—	—	44.5	—	—	—	—	—	—
Level of Service	—	F	—	—	E	—	—	D	—	—	—	—	—	—
Approach Delay (s)	—	731.4	—	—	79.0	—	—	44.5	—	—	—	—	—	—
Approach LOS	—	F	—	—	E	—	—	D	—	—	—	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	167.0	—	—	169.9	—	—	59.0	—	—	—	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	189.5	—	—	#187.2	—	—	73.0	—	—	—	—	—	—
Stops (vph)	—	803	—	—	720	—	—	266	—	—	—	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	61	—	—	70	—	—	22	—	—	—	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—

De los resultados obtenidos de la situación actual de las intersecciones en estudio, se obtuvieron los siguientes resultados para la intersección 1 y 2, como se muestran en las figuras 63 y 64.

Figura 63

Configuración de nudo - Intersección 1

NODE SETTINGS	
Node #	5
Zone:	Inters1
X East (m):	187.2
Y North (m):	-118.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	212.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	212.0
Natural Cycle(s):	150.0
Max v/c Ratio:	1.59
Intersection Delay (s):	374.7
Intersection LOS:	F
ICU:	1.08
ICU LOS:	G

Nota. En la intersección 1 se tiene una medida para el ciclo accionado de 212 segundos, una medida de ciclo mínima para una mejor capacidad de 150 segundos, una relación máxima de v/c de 1.59, una demora en la intersección de 374.7 segundos, y un nivel de servicio F considera malo.

Figura 64

Configuración de nudo - Intersección 2

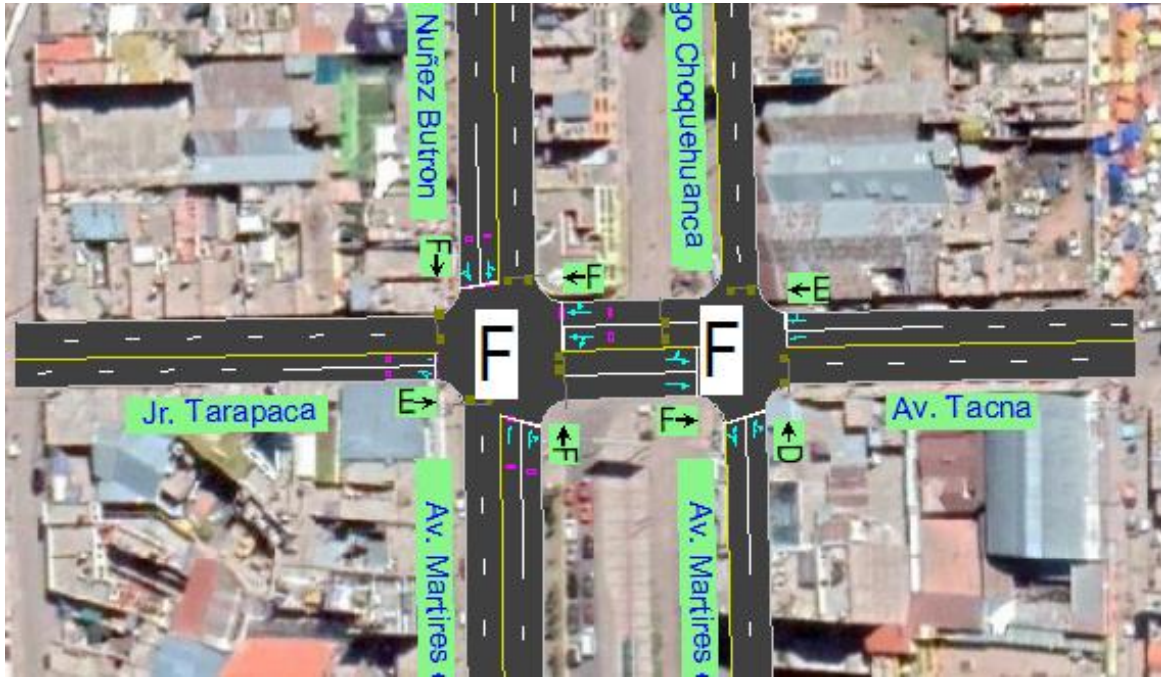
NODE SETTINGS	
Node #	6
Zone:	
X East (m):	231.0
Y North (m):	-117.3
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	159.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	159.0
Natural Cycle(s):	70.0
Max v/c Ratio:	0.98
Intersection Delay (s):	347.7
Intersection LOS:	F
ICU:	0.67
ICU LOS:	C

Nota. En la intersección 2 se tiene una medida para el ciclo accionado de 159 segundos, una medida de ciclo mínima para una mejor capacidad de 70 segundos, una relación máxima de v/c de 0.98, una demora en la intersección de 347.7 segundos, y un nivel de servicio F considerado deficiente o malo.

La herramienta Synchro 8.0 ha determinado que el nivel de servicio de las intersecciones es deficiente, como se muestran en las siguientes figuras.

Figura 65

Representación en Map Window de los niveles de servicio actuales en las intersecciones 1 y 2



Nota. Se puede evidenciar los niveles de servicio de los accesos a las intersecciones 1 y 2, así como el nivel de servicio determinado para las propias intersecciones. Reflejando un nivel de servicio F considerado desfavorable o muy malo.

Figura 66

Simulación animada en Sim traffic 8 de la situación actual

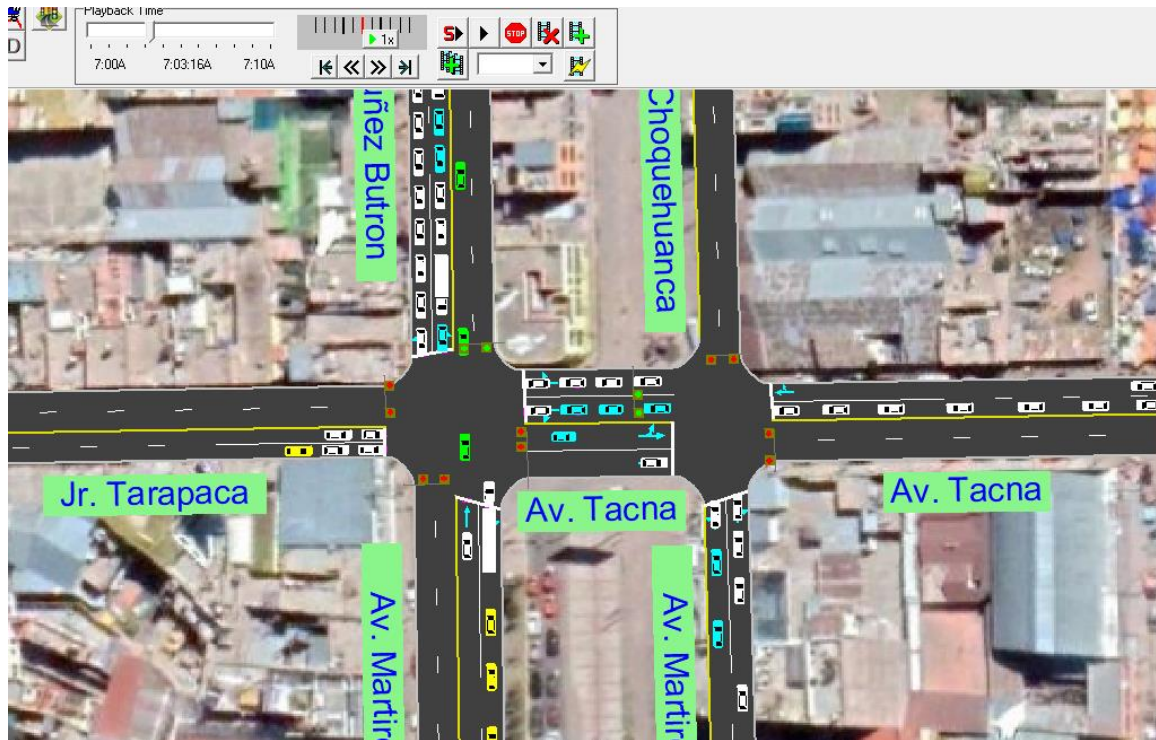
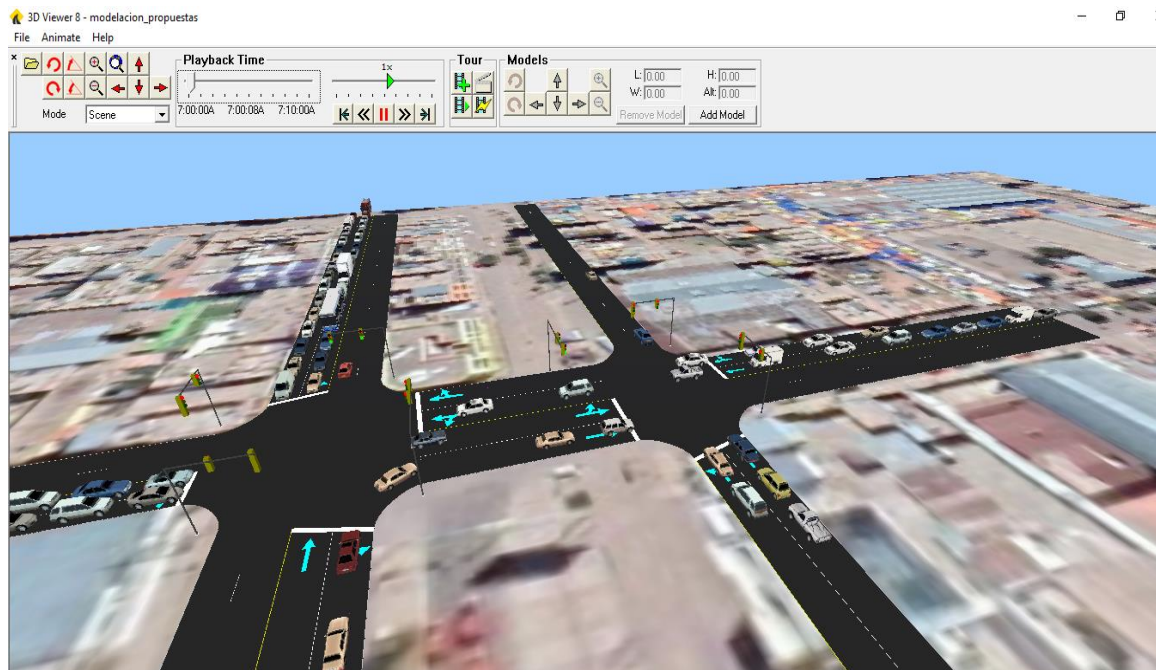


Figura 67

Simulación en 3D Viewer 8 de las intersecciones en su estado actual



Como **resultado del objetivo específico 3** se plantean las propuestas de solución para mejorar la circulación vehicular como se detalla a continuación:

La primera propuesta de solución que se plantea, es la optimización del ciclo semafórico que proporciona la herramienta Synchro 8.0; en la plantilla de configuración del nudo, ubicamos la casilla “Optimize Cycle Length” (optimizar la duración del ciclo), luego hacemos click en el botón Optimize, y obtendremos la optimización que proporciona la herramienta Synchro.

Figura 68

Optimización de la Intersección con Optimize Cycle Length

Synchro 8 - D:\TESIS_MIDWARD_UCV_CALLAO\Modelado en Synchro 8.0\modelacion_propuestas.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 33 min 29 sec / 4 hr 36 min 5 sec

5 Av. Martires del 4 de Nov./Av. Manuel Nuñez Butron & Jr. Tarapaca/Av. Tacna

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS													
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	5	Leading Detector (m)	10.0			10.0			10.0			10.0			
Zone:	Inters1	Trailing Detector (m)	0.0			0.0			0.0			0.0			
X East (m):	187.2	Minimum Initial (s)	4.0		4.0	4.0			4.0		4.0	4.0			
Y North (m):	-118.0	Minimum Split (s)	20.0		20.0	20.0			20.0		20.0	20.0			
Z Elevation (m):	0.0	Total Split (s)	20.0		34.0	34.0			43.0		53.0	53.0			
Description:		Yellow Time (s)	3.0		3.0	3.0			3.0		3.0	3.0			
Control Type:	Pretimed	All-Red Time (s)	0.0		0.0	0.0			0.0		0.0	0.0			
Cycle Length (s):	150.0	Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0			0.0		0.0	0.0			
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Lagging Phase?													
Optimize Cycle Length:	Optimize	Allow Lead/Lag Optimize?													
Optimize Splits:	Optimize	Recall Mode		Max		Max		Max		Max		Max		Max	
Actuated Cycle(s):	150.0	Actuated Effct. Green (s)	17.0		31.0			40.0		50.0					
Natural Cycle(s):	150.0	Actuated g/C Ratio	0.11		0.21			0.27		0.33					
Max v/c Ratio:	1.15	Volume to Capacity Ratio	0.98		1.31d			1.28d		1.12					
Intersection Delay (s):	277.4	Control Delay (s)	108.1		133.3			125.1		113.4					
Intersection LOS:	F	Queue Delay (s)	0.0		602.8			0.0		0.0					
ICU:	1.08	Total Delay (s)	108.1		736.1			125.1		113.4					
ICU LOS:	G	Level of Service	F		F			F		F					
Offset (s):	0.0	Approach Delay (s)	108.1		736.1			125.1		113.4					
Referenced to:	Begin of Green	Approach LOS	F		F			F		F					
Reference Phase:	6 - SBTL	Queue Length 50th (m)	59.0		~176.4			~196.5		~235.0					
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Queue Length 95th (m)	#93.6		#216.3			#241.0		#274.6					
Yield Point:	Single	Stops (vph)	289		689			801		940					
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Fuel Used (l/hr)	36		99			118		128					
		Dilemma Vehicles (#/hr)	0		0			0		0					

Figura 69

Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°01 en las intersecciones 1 y 2



Nota. Se puede evidenciar que, con la optimización del ciclo se obtuvieron mejoras en los niveles de servicio de los accesos a la intersección 2, y mayor deficiencia en los accesos a la intersección 1. A su vez de mantienen ambas intersecciones en un nivel de servicio F considerado malo.

La segunda propuesta de solución planteada corresponde a la modificación de las 4 fases protegidas asignadas según el estándar NEMA, a solo 2 fases para cada intersección analizada.

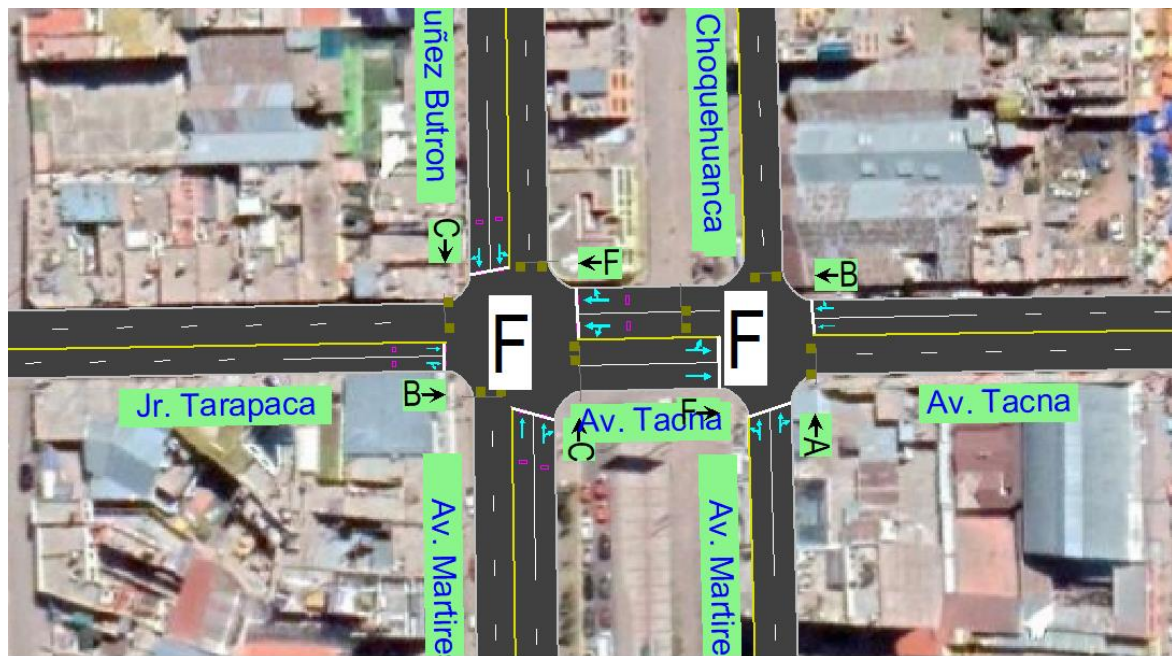
Figura 70

Configuración de 4 fases protegidas a 2 fases

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS	Directional Phases											
			EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Node #	5	Traffic Volume (vph)	0	273	48	478	224	82	0	420	512	270	746	71
Zone:	Inters1	Turn Type	—	—	—	Split	—	—	—	—	—	Split	—	—
X East (m):	187.2	Protected Phases	—	2	—	2	2	—	—	6	—	6	6	—
Y North (m):	-118.0	Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Z Elevation (m):	0.0	Detector Phases	—	2	—	2	2	—	—	6	—	6	6	—
Description		Switch Phase	—	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	—
Control Type	Pretimed	Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—
Cycle Length (s):	86.0	Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Minimum Initial (s)	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Split (s)	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—
Optimize Splits:	Optimize	Total Split (s)	—	43.0	—	43.0	43.0	—	—	43.0	—	43.0	43.0	—
Actuated Cycle(s):	86.0	Yellow Time (s)	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—
Natural Cycle(s):	45.0	All-Red Time (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—
Max v/c Ratio:	0.81	Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—
Intersection Delay (s):	85.6	Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Intersection LOS:	F	Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ICU:	1.08	Recall Mode	—	Max	—	Max	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—
ICU LOS:	G	Actuated Effct. Green (s)	—	40.0	—	40.0	40.0	—	—	40.0	—	40.0	40.0	—
Offset (s):	43.0	Actuated g/C Ratio	—	0.47	—	0.47	0.47	—	—	0.47	—	0.47	0.47	—
Referenced to:	Begin of Green	Volume to Capacity Ratio	—	0.24	—	0.51	0.51	—	—	0.65	—	0.81	0.81	—
Reference Phase:	6 - NBSB	Control Delay (s)	—	14.4	—	17.4	17.4	—	—	20.2	—	24.8	24.8	—
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Queue Delay (s)	—	0.0	—	251.7	251.7	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—
Yield Point:	Single	Total Delay (s)	—	14.4	—	269.1	269.1	—	—	20.2	—	24.8	24.8	—
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Level of Service	—	B	—	F	F	—	—	C	—	C	C	—

Figura 71

Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°02 en las intersecciones 1 y 2



Nota. Si bien con la segunda propuesta se tuvo mejoras en los niveles de servicios por acceso de cada intersección; se mantienen los niveles de servicio F para el acceso Este de la intersección 1 y para el acceso Oeste de la intersección 2.

Como tercera propuesta planteada para la mejora, se ha podido identificar que entre la intersección 1 y 2, se tiene una longitud de 43.8 m que limita mejorar el nivel de servicio dentro del tramo, debido a que ambas intersecciones se encuentran semaforizadas; para ello se ha adoptado la opción de quitar los semáforos de la intersección 2, colocando en vez de ellos señales de ceda el paso para los accesos del Este y Sur de dicha intersección y a su vez optimizar el ciclo semafórico para la intersección 1

Figura 72

Configuración de la intersección 2 quitando la semaforización

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS											
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Node #	6	Lanes and Sharing (#RL)											
Zone		Traffic Volume (vph)											
X East (m)	231.0	200	676	0	0	685	105	16	288	42	0	0	0
Y North (m)	-117.3	Turn Type											
Z Elevation (m)	0.0	Protected Phases											
Description		2	2	—	—	2	—	6	6	—	—	—	—
Control Type	Pretimed	Permitted Phases											
Cycle Length (s)	Reserved	Detector Phases											
Lock Timings:	Pretimed	Switch Phase											
Optimize Cycle Length:	Actd-Unord	Leading Detector (m)											
Optimize Splits:	Semi Act-Unord	Trailing Detector (m)											
Actuated Cycle(s):	Actd-Coord	Minimum Initial (s)											
Natural Cycle(s):	Roundabout	Minimum Split (s)											
Max v/c Ratio:	0.72	Total Split (s)											
Intersection Delay (s):	86.3	Yellow Time (s)											
Intersection LOS:	F	All-Red Time (s)											
ICU:	0.67	Lost Time Adjust (s)											
ICU LOS:	C	Lagging Phase?											
Offset (s):	0.0	Allow Lead/Lag Optimize?											
Referenced to:	Begin of Green	Recall Mode											
Reference Phase:	6 - NBTL	Max	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—	—	—	—
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Actuated Effct. Green (s)											
Yield Point:	Single	Actuated g/C Ratio											
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Volume to Capacity Ratio											
		Control Delay (s)											
		Queue Delay (s)											
		Total Delay (s)											
		Level of Service											

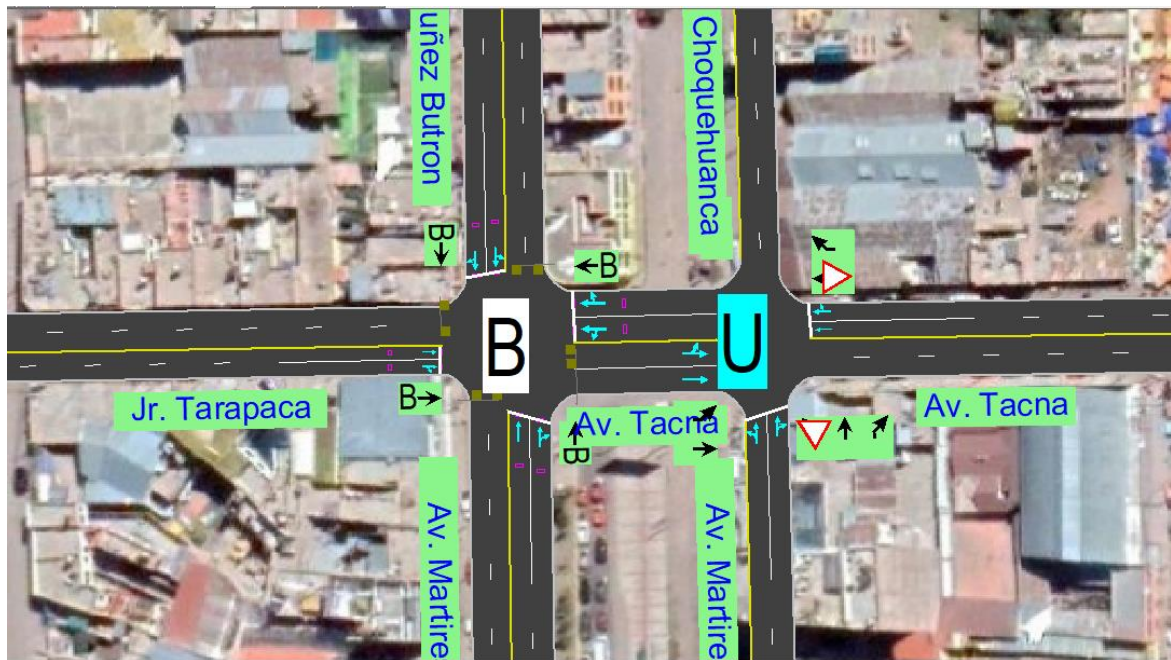
Figura 73

Optimización del ciclo semafórico en la Intersección 1

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS											
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Node #	5	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—
Zone:	Inters1	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
X East (m):	187.2	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—
Y North (m):	-118.0	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—
Z Elevation (m):	0.0	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	25.0	—	25.0	25.0	—
Description		—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—
Control Type	Pretimed	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—
Cycle Length (s)	45.0	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Optimize Cycle Length:	Optimize	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Optimize Splits:	Optimize	—	Max	—	Max	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—
Actuated Cycle(s):	45.0	—	17.0	—	—	17.0	—	—	22.0	—	—	22.0	—
Natural Cycle(s):	45.0	—	0.38	—	—	0.38	—	—	0.49	—	—	0.49	—
Max v/c Ratio:	0.77	—	0.29	—	—	0.63	—	—	0.62	—	—	0.77	—
Intersection Delay (s):	12.4	—	10.7	—	—	13.8	—	—	10.5	—	—	13.5	—
Intersection LOS:	B	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
ICU:	1.08	—	10.7	—	—	13.8	—	—	10.5	—	—	13.5	—
ICU LOS:	B	—	B	—	—	B	—	—	B	—	—	B	—
Offset (s):	0.0	—	10.7	—	—	13.8	—	—	10.5	—	—	13.5	—
Referenced to:	Begin of Green	—	B	—	—	B	—	—	B	—	—	B	—
Reference Phase:	6 - NBSB	—	10.2	—	—	30.9	—	—	29.3	—	—	39.3	—
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	—	17.7	—	—	45.5	—	—	44.6	—	—	59.1	—
Yield Point:	Single	—	206	—	—	591	—	—	623	—	—	810	—
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	—	10	—	—	25	—	—	32	—	—	41	—
		—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—

Figura 74

Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°03 en las intersecciones 1 y 2



Nota. Al retirar las señalizaciones semafóricas de la intersección 2 y haber optimizado nuevamente el ciclo semafórico de la intersección 1; se evidencia una

mejora considerable de los niveles de servicio de las intersecciones en estudio, logrando en la intersección 1 un nivel de servicio B como se aprecia en la figura.

Como cuarta propuesta de solución, se plantea que, además de considerar solo 2 fases protegidas para ambas intersecciones y cambiar los semáforos por señales de ceda el paso, se podría modificar los sentidos de flujo dentro de las intersecciones; debido que al considerar solo 2 fases protegidas es posible generar congestión originado por los giros a la izquierda, los cuales se eliminaran como una opción de mejora; además a ello se consideraran carriles adicionales según lo permita la tipología de las intersecciones.

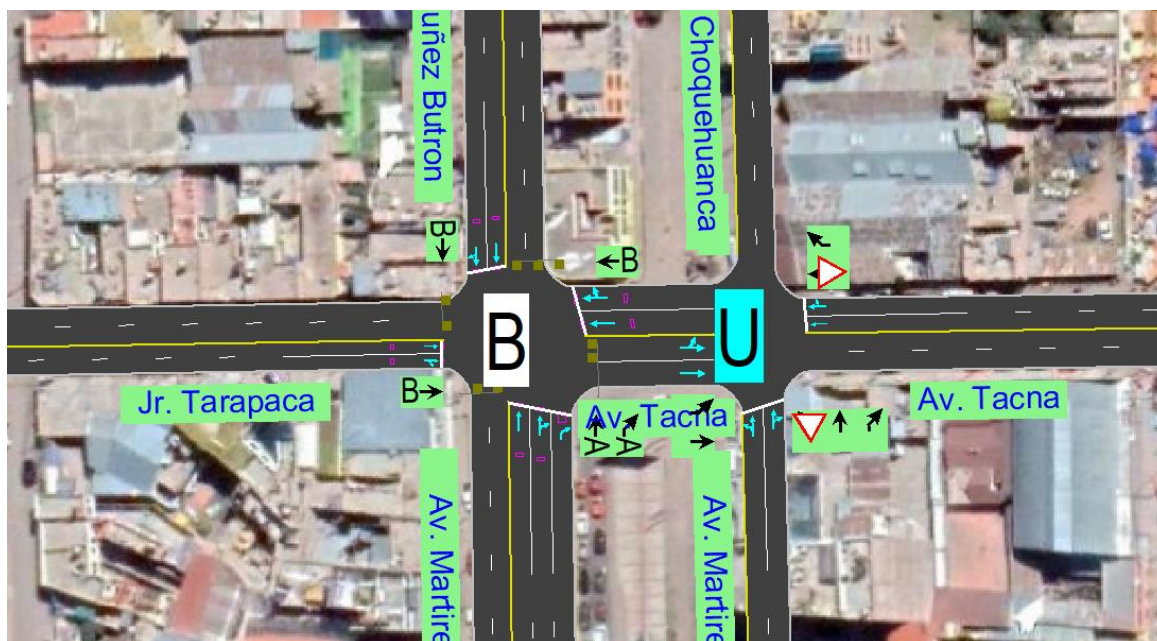
Figura 75

Configuración de carriles y eliminación del giro a la izquierda en la Intersección 1

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS											
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Node #	5	Lanes and Sharing (#RL)											
Zone:	Inters1	Traffic Volume (vph)											
X East (m):	187.2	0	273	48	0	702	82	0	420	512	0	1016	71
Y North (m):	-118.0	Turn Type											
Z Elevation (m):	0.0	Protected Phases											
Description		Permitted Phases											
Control Type	Pretimed	Detector Phases											
Cycle Length (s):	45.0	Switch Phase											
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Leading Detector (m)											
Optimize Cycle Length:	Optimize	Trailing Detector (m)											
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Initial (s)											
Actuated Cycle(s):	45.0	Minimum Split (s)											
Natural Cycle(s):	45.0	Total Split (s)											
Max v/c Ratio:	0.75	Yellow Time (s)											
Intersection Delay (s):	11.6	All-Red Time (s)											
Intersection LOS:	B	Lost Time Adjust (s)											
ICU:	0.59	Lagging Phase?											
ICU LOS:	B	Allow Lead/Lag Optimize?											
Offset (s):	0.0	Recall Mode											
Referenced to:	Begin of Green	Actuated Effct. Green (s)											
Reference Phase:	6 - NBSB	Actuated g/C Ratio											
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Volume to Capacity Ratio											
Yield Point:	Single	Control Delay (s)											
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Queue Delay (s)											
		Total Delay (s)											
		Level of Service											
		Approach Delay (s)											

Figura 76

Representación en Map Window de los niveles de servicio propuesta N°04 en las intersecciones 1 y 2



Nota. Se mantiene un nivel de servicio B dentro de la intersección 1, con algunas mejoras en el acceso Sur de la Intersección 1 con un nivel de servicio A, que no representa cambios positivos considerables.

Como **resultado del objetivo específico 4** de la evaluación de las propuestas de solución planteadas se ha desarrollado la siguiente tabla.

Tabla 5

Evaluación de propuestas de mejoras de transitabilidad vehicular

Alternativas de solución	Grado de saturación	Demora total	Nivel de servicio
N° 01	1.15	227.4 s	F
N° 02	0.81	85.6 s	F
N° 03	0.77	12.4 s	B
N° 04	0.75	11.6 s	B

De la tabla 5 se puede evidenciar que la mejor alternativa propuesta se encuentra entre la N°03 y N°04, puesto que ambas brindan un nivel de servicio B.

Para el desarrollo de la alternativa 4 se requiere eliminar los giros vehiculares hacia la izquierda y a su vez se necesita adicionar un carril adicional de giro exclusivo para el acceso Sur de la intersección 1; debido a que no refleja mejoras considerables respecto al planteamiento de la propuesta N° 03, se desestima plantear la realización de dichos trabajos por no generar cambios representativos.

La alternativa N° 03 nos brinda las mejores condiciones de cambios favorables con referencia al nivel de servicio que brindan las intersecciones, por ello es que, para el presente trabajo de investigación, dicha alternativa cumple satisfactoriamente con el propósito buscado.

V. DISCUSIÓN

Se valida el objetivo general conforme a los resultados hallados por Udomsilp et al. (2017), quien indica que para mejorar la problemática del tráfico vehicular sobresaturado en la ciudad de Bangkok se requiere mejorar la sincronización de las señales de tránsito vehicular mediante la simulación con el Synchro, que brinda mejoras durante las horas pico, reduciendo los tiempos de viaje. En tal sentido valida el objetivo general del presente trabajo de investigación puesto que mediante el empleo de la herramienta Synchro 8.0 se puede plantear propuestas de mejora en la circulación vehicular mediante la evaluación del tráfico, en intersecciones viales que requieran mejorar la problemática de la congestión vehicular.

Se valida el objetivo específico 1, con lo que indica Torrejón (2018) por las siguientes razones, que previo a realizar una simulación de tráfico se tiene que analizar los sistemas de semaforización y a su vez realizar la identificación de las horas críticas de mayor flujo vehicular, conocidas como las horas pico; pudiendo permitir con estos datos identificados y procesados, determinar la capacidad de servicio de una intersección; lo que se refleja a su vez en el desarrollo del objetivo 1 del presente trabajo, ya que previo al modelado, se requiere la caracterización de la intersección, como la identificación del volumen vehicular de mayor demanda en el intervalo de hora más crítico o de mayor flujo vehicular.

Se valida el objetivo específico 2, con las conclusiones determinadas por Allequer et al. (2017) en su estudio de, desarrollar una propuesta para implementar señalizaciones de tráfico en mejora del flujo vehicular de la ciudad de Catbalogan en Filipinas, indica que se debe de realizar una evaluación independiente de cada intersección que se adapte a las características del tráfico mediante el uso del Synchro Studio 8.0. Situación que se refleja en el desarrollo del objetivo 2; ya que el fin corresponde a desarrollar un procedimiento adecuado de la técnica Synchro en la simulación de tráfico vehicular de cada intersección independientemente.

Se valida los resultados del objetivo específico 3, con lo que determino Quiroz (2019), en donde indica que para poder mejorar los niveles de servicio de una intersección vehicular y peatonal, se tiene que realizar varias simulaciones y elegir la mejor alternativa, que brinde una optimización en la capacidad de tránsito con

eficacia, con el empleo del Synchro 8.0 como herramienta para la gestión del tráfico. Lo que valida el desarrollo de varias simulaciones de tráfico como propuesta de mejora de los niveles de servicio de las intersecciones objeto de estudio del presente trabajo de investigación mediante el empleo de la herramienta Synchro 8.0, que te brinda variedad de escenarios por su versatilidad.

De los resultados obtenidos del objetivo específico 4 se valida con los resultados de Urbina y Torres (2018), quienes determinaron que para optimizar el flujo de los vehículos en la intersección vial de la avenida Bolognesi y la avenida Gustavo Pinto de la ciudad de Tacna, se tiene el planteamiento de la modificación de las 4 fases protegidas por 2 fases y la eliminación del giro a la izquierda, obteniendo de un nivel de servicio de F a un nivel de servicio B; dichos autores consideraron que era la propuesta más factible de intervención inmediata frente a las otras propuestas de mejora. Obteniendo resultados similares a lo planteado en la alternativa de mejora del presente estudio de investigación.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados del objetivo general se concluye que, se ha podido cumplir en plantear una propuesta para el mejoramiento de la circulación vehicular dentro de las dos intersecciones simuladas con la herramienta Synchro 8.0, logrando obtener dentro de la mejor propuesta, un nivel de servicio B, que corresponde a un nivel bajo con condiciones favorables de circulación, frente al nivel de servicio F con el que actualmente cuenta.

De los resultados del objetivo específico 1 se concluye que, de la evaluación de las condiciones existentes en la circulación vehicular de las intersecciones objeto de estudio, referente al aforo vehicular se determinó, al día lunes como el día con mayor saturación vehicular y la hora pico de mayor flujo vehicular correspondiente de las 7:30 a las 8:30 a.m. con un volumen vehicular de 3124 para la intersección 1 y 2012 para la intersección 2, con un ciclo semafórico por fase de 53 segundos; también se determinaron las características geométricas de las vías de acceso, ancho de carril, ancho de calzada, semaforización, dirección de flujo vehiculares dentro de las intersecciones.

De los resultados del objetivo específico 2 se concluye que, se ha desarrollado un procedimiento detallado del uso de la herramienta Synchro 8.0, para la simulación de tráfico vehicular de las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca; desde la obtención de la imagen de fondo (background) necesario para el empiezo del trazado de las intersecciones; hasta las modificaciones finales de la configuración del tráfico vehicular existente; que permita obtener la propuesta más idónea en mejora en la circulación vehicular dentro de las intersecciones en estudio.

De los resultados del objetivo específico 3 se concluye que, se han planteado cuatro alternativas de solución en mejora del nivel de servicio de las intersecciones objeto de estudio; considerando las optimizaciones de ciclo semafórico dentro de la intersección, adecuación de las fases protegidas de los semáforos que permita un flujo vehicular optimo, evaluación de los niveles de servicio por acceso a cada

intersección, evaluación de las modificaciones en los sentidos de flujo y número de carriles que permita un desenvolvimiento vehicular adecuado.

De los resultados del objetivo específico 4 se concluye que, por la versatilidad de la herramienta Synchro 8.0 en la optimización de niveles de servicio, se ha podido plantear varias alternativas para la mejora de la circulación vehicular dentro de las intersecciones objeto de estudio, de las cuales se ha realizado una evaluación, teniendo como punto principal para poder definir la mejor condición de tránsito vehicular, el nivel de servicio, lográndose obtener las mejores condiciones con la alternativa N° 03 que brinda un nivel de servicio B, un grado de saturación de 0.75 y una demora total de 11.6 segundos dentro de la intersección 1; y una intersección 2 con semáforos reemplazados por señales verticales de ceda el paso que permitieron cumplir con el objetivo.

VII. RECOMENDACIONES

De la conclusión del objetivo general se recomienda plantear varias propuestas de mejoramiento de la circulación vehicular dentro de una intersección, conforme a la versatilidad que brinda la herramienta Synchro 8.0, para que de esta forma se pueda encontrar la propuesta más saludable, conforme brinde un nivel de servicio mejor al que ya existe dentro de la intersección, hasta la posibilidad de llegar a un nivel de servicio A, que representa el nivel más óptimo para una intersección, si las condiciones de tráfico vehicular de la intersección a su vez lo permite.

De la conclusión del objetivo específico 1 se recomienda realizar los aforos vehiculares dentro de siete días que conforman una semana desde el lunes hasta el domingo, para poder identificar el día de mayor tránsito vehicular, y de dicho día identificar la hora pico de mayor flujo vehicular, para poder obtener los volúmenes correspondiente para el proceso de modelado en el Synchro 8.0; también se debe de realizar la caracterización geométrica de la intersección, conforme a los datos que se necesite para el llenado de las plantillas Map Window, Lane Settings, Volume Settings y Signing Window; plantillas básicas para poder obtener la capacidad y nivel de servicio de una intersección vial.

De la conclusión del objetivo específico 2 se recomienda realizar un adecuado procedimiento de modelado con la herramienta Synchro 8.0, entendiendo la configuración de cada plantilla, que permitirá suministrar los datos correctos y necesarios para un adecuado proceso de simulación de la condición real necesaria inicialmente, conforme a las condiciones existentes de flujo vehicular dentro de la intersección, para posterior a ello poder realizar simulaciones que permitan encontrar propuestas de mejoramiento de la circulación de vehículos.

De la conclusión del objetivo específico 3 se recomienda plantear varias alternativas de solución según la tipología de la intersección en estudio, empezando con soluciones básicas como es la optimización del ciclo semafórico, y posterior a ello realizar modificaciones en la configuración del modelo que te permita crear escenarios distintos, en búsqueda de la mejora del nivel de servicio de la intersección; manipulando la fases protegidas de los semáforos, evaluación de las condiciones de servicio para cada acceso individualmente, adecuar los sentidos de

los flujos vehiculares, aumentar o disminuir carriles según los criterios del investigador, simular pasos a desnivel, creación de rotondas, entre otras modificaciones que permitan encontrar una alternativa idónea para el mejoramiento de la circulación vehicular.

De la conclusión del objetivo específico 4 se recomienda realizar una evaluación de cada alternativa planteada teniendo en consideración lo que amerita poder ejecutar in situ cada propuesta, frente al beneficio que se pueda lograr en mejora del nivel de servicio de la intersección; por eso es necesario elegir la propuesta más saludable en función al costo-beneficio conforme a los criterios de cada investigador.

REFERENCIAS

- Allequer, J., Domingo, J., Papauran, V., Pelayo, P., & Tizon, Z. (2017). Potential effect of traffic signalling system in Catbalogan city, Philippines. *Journal of Academic Research*, 2(2), 01-16.
- Amiel, J. (2007). Las variables en el método científico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3).
- Ancco, R. (2020). *Análisis y evaluación de la capacidad y del nivel de servicio de la intersección semaforizada Fermín Arbulú y Tacna de la ciudad de Puno aplicando las metodologías HCM 2000 y SYNCHRO 8 [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15786>
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Arzapalo, R. G. (2021). *Estudio del tráfico vehicular y solución integral para el mejoramiento del transporte en el centro histórico del distrito de Ayacucho, 2021 [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio digital intitucional de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60450>
- Atote, B., Bedekar, M., & Panicker, S. (2015). Traffic signal control for urban area: a survey. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 4(11), 376-381.
- Burlacu, A., Dicu, M., & Anton, V. (2012). Traffic lights on consecutive intersections and pedestrian crossings along linear settlements located on national roads. *CETRA*, 01-08.

- Cárdenas, O., Valencia, A., & Cecilia, M. (2018). Congestion minimization through sustainable traffic management. A micro-simulation approach. *LogForum*, 14(1), 21-31. doi:<http://dx.doi.org/10.17270/J.LOG.2018.260>
- Celi, S. (2018). Análisis del comportamiento del transporte público a nivel mundial. *Espacios*, 39(18), 10. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3042>
- Dingil, A. (2020). *Socio-technical factors fostering sustainability in urban transportation: a worldwide analysis [Doctoral dissertation, Kaunas University of Technology]*. Institutional Doctoral Theses Repository. Obtenido de <http://amsdottorato.unibo.it/id/eprint/9491>
- Esteban, N. (2018). Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*, 01-04.
- Frosch, C., Martinelli, D., & Unnikrishnan, A. (2019). Evaluation of shared space to reduce traffic congestion. *Journal of Advanced Transportation*, 2019, 10. doi:<https://doi.org/10.1155/2019/6510396>
- Ghadban, N., Abdella, G., Alhajyaseen, W., & Al-Khalifa, K. (2018). Analyzing the impact of human characteristics on the comprehensibility of road traffic signs . *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 6-8.
- Gonzáles, D., & Rey, V. (2016). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo comprendida entre las avenidas Costanera, La Paz y La Libertad, Lima - San Miguel*.
- Grubisic, N., Krljan, T., Maglic, L., & Vilke, S. (2020). The microsimulation model for assessing the impact of inbound traffic flows for container terminals located near city centers. *Sustainability*, 12 (22). doi:<https://doi.org/10.3390/su12229478>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGRAW-HILL.
- Jin, J., Ma, X., & Kosonen, I. (2017). An intelligent control system for traffic lights with simulation-based evaluation. *Control Engineering Practice*, 58, 24-33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2016.09.009>
- Li, Q., Qiao, F., Wang, X., & Yu, L. (2017). Drivers' smart advisory system improves driving performance at STOP sign intersections. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4(3), 262-271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.05.006>
- Ma, W., Wan, L., Yu, C., Zou, L., & Zheng, J. (2020). Multi-objective optimization of traffic signals based on vehicle trajectory data at isolated intersections. *Transportation Research Part C*, 120, 01-27. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102821>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*.
- Mohanty, A., Mahapatra, S., & Bhanja, U. (2019). Traffic congestion detection in a city using clustering techniques in VANETs. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 13:3, 884-891. doi:[10.11591/ijeecs.v13.i3.pp884-891](https://doi.org/10.11591/ijeecs.v13.i3.pp884-891)
- Moreno, B. (2016). *Estudio de tránsito: impactos, resultados y herramientas - EADIC - Cursos y Master para Ingenieros y Arquitectos*. Obtenido de <https://www.eadic.com/estudio-de-transito-impactos-resultados-y-herramientas/>.
- Núñez, C., & Villanueva, C. (2014). *Solución vial de la Av. Primavera comprendida entre las avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima - Lima - Surco*.

- Pérez, J. (2019). *Análisis de tráfico vehicular mediante visión artificial [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato]*. Repositorio digital de la Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29182>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews*, 37:6, 689-694. doi:<https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>
- Qadri, S. S., Gökçe, M. A., & Öner, E. (2020). State-of-art review of traffic signal control methods: challenges and opportunities. *European Transport Research Review*, 12, 55. doi:<https://doi.org/10.1186/s12544-020-00439-1>
- Quiroz, J. (2019). *Alternativas metodológicas HCM-2010 y SYNCHRO 8.0 para la optimización de la transitabilidad vehicular en la ciudad de Juliaca [Tesis de Pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]*. Repositorio Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/5249>
- Rondoño, D. (2018). *Análisis vial en las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi – Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo vehicular [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]*. Repositorio institucional UNASAM. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2324>
- Salgado, D., Jolovic, D., Martín, P., & Aldrete, R. (2016). Traffic microsimulation models assessment – a case study of international land port of entry. *Procedia Computer Science*, 83, 441-448. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.04.207>
- Sanchez, L. (2019). *Evaluación y mejora de tres intersecciones de la Avenida Canadá utilizando herramienta de microsimulación de tráfico [Tesis de Pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]*. Repositorio Insitucional de la Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/9221>

- Tchappi, I., Kamla, V., & Galland, S. K. (2017). Towards an Multilevel Agent-based Model for Traffic Simulation. *Procedia Computer Science*, 109, 887-892. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.416>
- Toole, J., Colak, S., Sturt, B., Alexander, L., Evsukoff, A., & Gonzales, M. (2015). The path most traveled: Travel demand estimation using big data resources. *Transportation Research Part C*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.022>
- Torrejón, R. (2018). *Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1 – 8 del jirón Orellana -Tarapoto - San Martín, 2018 [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio digital institucional de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39568>
- Trafficware. (2011). Synchro Studio 8 User Guide. *Trafficware, Ltd*, 1-1.
- TRB. (2000). *Highway Capacity Manual*.
- Trejo, F. (2016). *Propuesta de sistema distribuido de red vehicular basado en tecnologías inteligentes e ingeniería de tráfico urbano [Tesis de Posgrado, Universidad Internacional de México]*. Universidad Internacional. Obtenido de <https://dpiuninter.files.wordpress.com/2016/06/tesina-fernando-trejo-romc3a1n-propuesta-de-sistme-de-red-vehicular.pdf>
- Udomsilp, K., Arayakarnkul, T., Watarakitpaisarn, S., Komolkiti, P., Rudjanakanoknad, J., & Aswakul, C. (2017). Traffic data analysis on Sathorn road with Synchro optimization and traffic simulation. *Engineering Journal*, 21(6), 57-67. doi:<https://doi.org/10.4186/ej.2017.21.6.57>
- Urbina, C., & Torres, A. (2018). *Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna*. Repositorio de la Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/543>
- Yulianto, B. (2020). Traffic management and engineering analysis of the Manahan flyover area by using traffic micro-simulation VISSIM. *IOP Conference*

Series: *Materials Science and Engineering*, 852, 01-08.
doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012005>

ANEXOS

Anexo 01.

TÍTULO: PROPUESTA DEL MEJORAMIENTO DE CIRCULACIÓN VEHICULAR EVALUANDO TRÁFICO APLICANDO TÉCNICA SYNCHRO. CRUCE VEHICULAR CINCO ESQUINAS - AVENIDA TACNA - JULIACA –

PERÚ – 2021

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General: PG.- ¿Cómo podemos plantear la propuesta del mejoramiento de circulación vehicular mediante la evaluación del tráfico actual aplicando la técnica del Synchro en el cruce vehicular cinco esquinas de la Avenida Tacna?</p>	<p>Objetivo General: OG.- Plantear la propuesta para el mejoramiento de circulación vehicular mediante la evaluación del tráfico aplicando la técnica del Synchro en el cruce vehicular cinco esquinas de la Avenida Tacna.</p>		<p>D1: Aforo vehicular</p>	<p>I1: Cantidad de vehículos por unidad de tiempo I2: Flujo vehicular dentro de las intersecciones</p>	<p>Enfoque Metodológico: Cuantitativo</p>
<p>Problemas Específicos: PE1.- ¿Cómo podemos evaluar el tráfico actual de las condiciones existentes en circulación vehicular, de las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca? PE2.- ¿Cuál es el procedimiento adecuado de la técnica Synchro en la simulación de tráfico vehicular para las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca? PE3.- ¿Qué alternativas de solución se pueden plantear para mejorar la circulación vehicular en las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca? PE4.- ¿Cuál sería el resultado de la evaluación del tráfico aplicando la técnica del Synchro?</p>	<p>Objetivo Específicos: OE1.- Evaluar el tráfico actual de las condiciones existentes en circulación vehicular, de las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca. OE2.- Mostrar el procedimiento adecuado de la técnica Synchro en la simulación de tráfico vehicular, para las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca. OE3.- Plantear propuestas de solución para mejorar la circulación vehicular en las intersecciones de Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca. OE4.- Evaluar las propuestas de solución para proponer una adecuada mejora de las condiciones de circulación vehicular de las intersecciones Av. Tacna con Jr. José Domingo Choquehuanca, Av. Manuel Núñez Butron, Av. Mártires del 4 de noviembre y Jr. Tarapacá; de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>V1: Evaluación de tráfico. V2: Propuesta del mejoramiento de circulación vehicular.</p>	<p>D2: Geometría de las intersecciones D3: Semaforización D1: Niveles de Servicio D2: Ciclo semafórico óptimo D3: Condiciones de flujo vehicular</p>	<p>I1: Ancho de carril I3: Longitud entre intersecciones I2: Señalizaciones horizontales de flujo vehicular I1: Lapso de tiempo de luces de semáforo I2: Variación de ciclos entre luz verde y luz roja I1: Características de tráfico I2: Capacidad de tráfico I1: Tiempo óptimo de fases dentro de la intersección I1: Número de carriles con sus sentidos de flujo por acceso</p>	<p>Tipo de Investigación Descriptiva y correlacional</p> <p>Diseño de Investigación Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación No experimental</p>

Anexo 02.

AFORO VEHICULAR SEGÚN CONDICIONES DE FLUJO HOJA DE RESUMEN

INTERSECCIÓN:		AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA																REGION:		PUNO																				
SENTIDO:		N - S																DISTRITO:		JULIACA																				
DIA :		LUNES																FECHA:		lunes, 4 de Octubre de 2021		APROXIMACIÓN N-S:		AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON																
TIPO DE VEHICULO	MOV.	MOTO LINEAL				MOTO TAXI				AUTO				CAMIONETA RURAL				MICROBUS				OMNIBUS				CAMIÓN LIVIANO				CAMIÓN PESADO				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	UCP				
		Factor UCP= 0.33				Factor UCP= 0.83				Factor UCP= 1				Factor UCP= 1.25				Factor UCP= 1.5				Factor UCP= 3				Factor UCP= 2.5				Factor UCP= 3.5						TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	
SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF					GI
HORA	MOV.	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14	11	12	13	14			
06:30 - 06:45		1	4	7	5	12	4	5	21	3	14	21	3	1	2	4	1					33	8	4						5	2	8					169	-	206	-
06:45 - 07:00			6	9	2	15	17	24	19	3	10	35	8	2	1	7						41	10	3						4	1	9				235	-	283	-	
07:00 - 07:15			1	5	10	5	12	7	8	25		9	30	8		3	8	2				2	43	9	1					7	3	6				217	-	277	-	
07:15 - 07:30			13			3	19	8	13	13	4	8	18	8	1	6	7	1					37	11	4					7	5	10	1	1	2	2	202	823	265	1032
07:30 - 07:45			2	9	14	11	18	14	12	23	3	9	28	10		1	8	1					46	12	4					1	9	8				248	902	289	1115	
07:45 - 08:00			2	7	10	8	11	12	16	29	2	14	34	6	2	2	5	3				1	32	7	2					8	2	9				232	899	276	1108	
08:00 - 08:15			2	9	9	7	5	10	12	17		11	21	10	1	4	7	1					38	9	3					6	4	10				203	885	256	1087	
08:15 - 08:30			2	6	12	2	14	9	14	17	3	13	22	6	1	1	7	2					38	10	4					1	7	1	9			206	889	254	1076	
08:30 - 08:45			3	3	5	6	6	10	16	17	3	12	21	3	1	3	5	1					35	9	1					7	3	9				181	822	227	1014	
08:45 - 09:00			2	10	7	3	12	7	10	16		12	29	13		1	12	1					24	6	2					7	2	8				186	776	220	958	
09:00 - 09:15			1	8	5	7	13	6	9	20	6	7	23	9	20		14	2					38	10	3					4	5	9	1	1	4	205	778	257	959	
09:15 - 09:30			2	3	5	8	10	7	10	15	3	16	30	6	1	3	8	1					29	7	3					7	1	5				185	757	222	927	
09:30 - 09:45			3	3	4	6	8	8	16	11	2	10	32	5	2	5						1	30	8	1					4	3	8				174	750	214	913	
09:45 - 10:00			1	5	8	8	11	8	9	20		8	18	4		2	10	4					31	9	1					5		7				173	737	205	898	
10:00 - 10:15			1	6	3	5	9	10	15	24	2	7	17	5	4	4	11	1					1	26	7	4				8	3	8				187	719	238	878	
10:15 - 10:30				2	3	5	14	12	18	15	3	6	19	5		3	10	3					1	35	9	4				7	1	6				184	718	228	885	
10:30 - 10:45			1	4	6	7	5	7	11	18	2	10	27	8		2	9	1					36	10	4					6	3	8				186	730	230	901	
10:45 - 11:00			1	3	7	4	6	6	9	23	2	11	24	11	1	2	10						35	9	4					4	6	7				186	743	231	928	
11:00 - 11:15			4	7	5		10	4	10	15	2	9	27	9		1	12	4					36	9	4					7	2	16				197	753	264	954	
11:15 - 11:30			2	5	7	4	11	8	10	18		12	28	6	1	4	11	4					40	11	3					7	4	5				205	774	255	981	
11:30 - 11:45			4	5	8	3	7	13	19	17	1	10	24	10	1	3	8						28	7	4					8	1	6				192	780	229	980	
11:45 - 12:00				6	6	9	4	10	18	23	3	11	27	6	1	3	12	1					29	7	3					4	3	11				201	795	243	992	
12:00 - 12:15			2	4	6	4	6	7	12	20		13	19	3	1	4	9	3					34	4	2					8	2	6				173	771	217	944	
12:15 - 12:30			1	10	7	5	10	8	11	17	1	14	23	12	1	2	8	6					38	9	3					9	1	9				206	772	252	941	
12:30 - 12:45			1	7	5	5	8	10	17	18		11	25	10	3		8	2					25	5	3					5	3	7				182	762	217	928	
12:45 - 13:00			1	5	8	4	14	11	14	18	1	6	18	7		4	15	2					34	3	4					6	3	7				186	747	224	909	
13:00 - 13:15			4	10	9	9	11	7	11	12	1	8	24	12	1	1	18						2	32	2	3				8	2	6				195	769	226	918	
13:15 - 13:30			1	5	6	6	8	7	9	9	1	11	26	6	3		7	2					30	8	3					5	1	6				164	727	200	866	
13:30 - 13:45			5	3	5	8	5	9	16	15	6	9	28	7	1	2	12	5					29	9	3					9	7					197	742	239	888	
13:45 - 14:00				4	4	11	12	6	9	25	1	13	19	6	1	4	16	4						27	7	7					8	3	8	1	1	1	198	754	246	910
14:00 - 14:15			1	5	6	4	7	9	13	24		7	25	3		1	4	1					1	27	5	2				6	1	10				166	725	205	890	
14:15 - 14:30			5	7	7	5	8	11	16		1	8	24	10	1	2	10	5					2	27	7	1				7	2	6				173	734	208	898	
14:30 - 14:45			4	5	2		12	5	7	15	4	8	23	9		1	3	3					29	9	3					4	3	9				163	700	211	870	
14:45 - 15:00			2	6	4		12	8	11	14	6	16	33	10	1	2	9	2					31	4	3					4	1	6				190	692	226	850	
15:00 - 15:15			6	5	1		10	5	8	17	4	14	34	9		4	12						37	1	1					3	4	7				183	709	221	866	
15:15 - 15:30			2	1			9	8	12	10	3	10	30	8	1	3	7	3					30	7	4					9	2	11				173	709	237	895	
15:30 - 15:45			4	6	3		8	6	10	12	2	11	35	6		6	12	1					30	8	1					6	3	9				184	730	237	921	
15:45 - 16:00			4	5	4		9	9	11	17	2	12	40	11	2		9	4					25	5	1					6	2	9				196	736	246	941	
16:00 - 16:15				5	5	3		8	7	11	19	1	9	32	5	1	4	10	2					35	4						7	4	11				186	739	242	962
16:15 - 16:30			3	7	2		4	5	12	16	7	12	28	11		2	14						36	9	4					7	1	6				190	756	238	963	
16:30 - 16:45			4	2	2		11	7	8	14		13	38	10		2	6	2					41	10	3					6	2	8				196	768	256	982	
16:45 - 17:00			3	5	6		9	15	18	26	3	11	32	9	1		7	1					41	4	4					4	3	7				214	786	255	991	
17:00 - 17:15			5	5	4		12	10	11	16	2	16	31	4	2	2	9	5					2	40	10	4				7	4	10				229	829	293	1043	
17:15 - 17:30			3	2	6	6	13	7	9	20	3	8	28	10	1		8	2					34	9	4					6	3	6				194	833	240	1044	
17:30 - 17:45			4	5	6	3	6	12	16	19	1	8	26	9	1	3	10						35	4	4					7	1	6				191	828	230	1019	
17:45 - 18:00				4	5	6	4	10	14	21	3	9	27	7	2	1																								

**AFORO VEHICULAR SEGÚN CONDICIONES DE FLUJO
HOJA DE RESUMEN**

INTERSECCIÓN:		AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA																REGION:		PUNO																
SENTIDO:		S - N				DISTRITO:		JULIACA																												
DÍA :		LUNES				FECHA:		lunes, 4 de Octubre de 2021				APROXIMACIÓN S-N:		AV. MÁRTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE																						
TIPO DE VEHICULO	MOTO LINEAL				MOTO TAXI				AUTO				CAMIONETA RURAL				MICROBUS				OMNIBUS				CAMIÓN LIVIANO				CAMIÓN PESADO				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA
	Factor UCP= 0.33	Factor UCP= 0.83	Factor UCP= 1	Factor UCP= 1.25	Factor UCP= 1.5	Factor UCP= 3	Factor UCP= 2.5	Factor UCP= 3.5																												
SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI				
MOV.	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24				
06:30 - 06:45	1	1	3		3	3	4		13	11	27		13	4	10		24	5	12						5	2	6					147	-	189	-	
06:45 - 07:00	5		3		7	5	6		22	8	32		12	3	7		19	7	17		2	1			5	1	8		1			171	-	219	-	
07:00 - 07:15	8	3	8		10	2	9		19	16	36		14	1	8		30	4	12		2				10	1	4		1			198	-	239	-	
07:15 - 07:30	5	4	7		9	4	11		32	10	24		8	3	9		20	3	13		1				17	2	6		4			192	708	250	897	
07:30 - 07:45	5	3	4		5	3	8		26	9	27		15	4	7		32	6	7		2				7	1	4		3			178	739	226	934	
07:45 - 08:00	15	3	8		13	2	14		26	9	28		12	3	14		24	4	16		1	1			7	2	2					204	772	231	946	
08:00 - 08:15	7	2	12		15	1	10		24	15	35		15	2	6		18	1	13		1				11	1	1		3			193	767	225	932	
08:15 - 08:30	11	1	3		5	4	12		30	16	31		10	2	7		18	5	12		1				7	1	2		3			181	756	214	897	
08:30 - 08:45	6	3	8		4	2	4		22	11	26		18	4	8		23	5	14		1				8	3	3		3			173	751	214	885	
08:45 - 09:00	8	3	4		15	1	3		39	8	31		9	2	14		22	3	14		2				6	1	1					190	737	228	882	
09:00 - 09:15	15	3	12		7	2	4		28	14	36		7	3	15		21	7	15		1				5	1	1		4			201	745	229	886	
09:15 - 09:30	4	1	5		5	1	4		24	13	37		16	1	8		29	6	14		3				4	2	6					183	747	229	901	
09:30 - 09:45	6	2	3		7		5		20	9	23		17	1	12		18	4	8		3				6				1			145	719	176	862	
09:45 - 10:00	4	1	2		5	4	9		20	8	18		16	4	10		25	6	14						6	1	3					157	686	197	831	
10:00 - 10:15	2		4		8	1	3		25	12	28		17	2	4		18	5	12						7	3	6					157	642	198	800	
10:15 - 10:30	4	2	5		5	2	5		31	9	22		5	4	9		14	7	16		2	1			11	2	4					160	619	205	776	
10:30 - 10:45	4	3	4		7	2	8		37	6	20		4	2	8		20	4	9		2				3	1	1		4			149	623	180	780	
10:45 - 11:00	2		2		6	1	8		34	7	28		7	3	6		15	5	12		2				8	1	4		3			154	620	200	783	
11:00 - 11:15	4	1	1		5		2		38	9	20		3	4	8		27	6	14		3				10	2	4		1			162	625	217	802	
11:15 - 11:30	4	2	3		3	2	6		24	10	23		7	3	10		22	3	12		2				6	1	4		2			149	614	190	787	
11:30 - 11:45	8		2		7	1	4		26	8	36		6	4	8		25	1	8		1				6	1	4		1			158	623	192	798	
11:45 - 12:00	5	1	4		7	1	3		50	16	29		7	1	9		19	9	14		2				9	1	1		2			189	658	231	830	
12:00 - 12:15	8	1	2		3	1	1		31	12	28		14	2	15		21	2	12		1				7	1	1		1			164	660	199	812	
12:15 - 12:30	3	2	4		4		2		32	6	35		6	1	7		17	3	8		1				2	1	4					138	649	161	783	
12:30 - 12:45	6	1	5		2	2	5		32	11	26		11	2	8		23	2	13						4	1	3		2			160	651	194	785	
12:45 - 13:00	10	1	4		6	3	7		32	13	29		7	2	5		11	1	5		1				8	2	3					150	612	171	724	
13:00 - 13:15	12	2	3		6	1	2		35	9	34		2	1	6		20	2	6		3				8		1		6			159	607	197	722	
13:15 - 13:30	11	3	9		8	1	5		26	12	28		9		6		13	2	4		3				8				1			149	618	165	726	
13:30 - 13:45	2	2	6		3	1	4		34	9	26		7	1	4		20	4	8		3				7	1	2					144	602	176	708	
13:45 - 14:00	4	1	4		5		2		28	7	29		6	2	4		11	1	6		1				4		1		2			118	570	137	675	
14:00 - 14:15	3		1		1	1	1		21	5	13		1	1	2		13	6	8		1				9	1	1		2			92	503	129	607	
14:15 - 14:30	2	2	2		4	2	7		33	10	22		8	3	6		12	5	12						3		1		1			135	489	156	599	
14:30 - 14:45	3	2	5		3	2	5		17	6	14		9	1	8		19	3	7						9	1	2					116	461	145	567	
14:45 - 15:00	8	3	6		7	3	5		29	12	31		8	4	11		19	4	10		1				7	1	1		2			172	515	201	631	
15:00 - 15:15	4	2	3		1	3	4		25	11	27		11	3	11		14	2	5		1				6	1	2		8			144	567	189	690	
15:15 - 15:30	3	1	5		6	4	7		25	10	30		11	2	7		18	3	18		4				2	1	1		2			160	592	195	729	
15:30 - 15:45	6	3	10		6	1	2		29	5	19		20	3	8		16	4	9		2				2		1		4			150	626	176	761	
15:45 - 16:00	2	2	3		3	2	6		25	9	21		10	1	2		14	2	12		1				2	1	2		2			122	576	147	707	
16:00 - 16:15	1	2	6		9	1	2		27	5	20		9	3	7		21	6	6		1				6	1	2		3			138	570	174	692	
16:15 - 16:30	2	1	8		4	2	5		27	12	27		9	2	13		19	1	10		1				12	1	1					157	567	192	690	
16:30 - 16:45	5		2		7	2	2		34	8	20		10	1	5		13	4	9		2				7	1	1		4			137	554	175	688	
16:45 - 17:00	6	2	4		12	3	8		24	10	22		17	5	5		13	3	11		3	1			12	1	3		3			168	600	216	757	
17:00 - 17:15	8	1	7		13	2	6		24	11	26		8	3	8		22	2	12		1				7	1	2		1			165	627	193	775	
17:15 - 17:30	7	2	8		9	3	4		28	7	16		12	4	15		14	3	10		1				3	1	4					152	622	176	759	
17:30 - 17:45	8	2	3		4	3	3		36	7	15		15	5	13		14	2	13		2				6	1	1		5			158	643	199	783	
17:45 - 18:00	8	1	2		9		3		29	14	33		9	2	8		11	4	7		2				2		1		1			146	621	163	731	
18:00 - 18:15	6		3		9	1	2		27	13	29		9	2	15		24	3	7		1				2		1		3			157	613	186	724	
18:15 - 18:30	4	2	7		10	5	8		28	7	30		9	4	10		13	5	11		3					1		1				158	619	176	724	
18:30 - 18:45	9	3	3		8	1	5		25	9	23		18	3	7		10	2	6		1				4				2			139	600	156	681	
18:45 - 19:00	5	2	7		7	1	3		29	6	18		11	6	13		15	3	7		1					1	1		1			137	591	153	671	
19:00 - 19:15	5	3	4		8	2	4		33	6	15		9	1	12		14	1	8		1															

**AFORO VEHICULAR SEGÚN CONDICIONES DE FLUJO
HOJA DE RESUMEN**

INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA													REGION: PUNO																											
SENTIDO: E - O													DISTRITO: JULIACA																											
DIA : LUNES													FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021																											
													APROXIMACIÓN E-O: AV. TACNA																											
TIPO DE VEHICULO	MOTO LINEAL				MOTO TAXI				AUTO				CAMIONETA RURAL				MICROBUS				OMNIBUS				CAMIÓN LIVIANO				CAMIÓN PESADO				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA				
	Factor UCP= 0.33				Factor UCP= 0.83				Factor UCP= 1				Factor UCP= 1.25				Factor UCP= 1.5				Factor UCP= 3				Factor UCP= 2.5				Factor UCP= 3.5											
	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI					GD	DF	DF	GI
MOV. HORA	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34
06:30 - 06:45	1	4	3	13	11	8	10	13	5	3	3	18	1	1	1	5	1	6	6	7				1	1	4		4			130	-	143	-						
06:45 - 07:00		3	2	4	6	20	15	15	7	3	1	16	1	2	7	1	2	3	21				2	2	1	4	3	1		142	-	166	-							
07:00 - 07:15	4	7	5	12	10	10	12	23	3	2	2	17		1	2	7	1	3	5	22			1	2	1	1	2	3	158	-	168	-								
07:15 - 07:30	1	11	18	20	9	17	15	21	5	3	5	27	1	2	2	12	4	5	4	18			1						2	214	644	213	690							
07:30 - 07:45		4	7	15	12	15	13	32	4	6	4	27	1	2	1	9	2	6	7	19			1	1				1	191	705	191	738								
07:45 - 08:00	1	5	6	21	6	10	14	29	3	5	5	30		1	3	8	2	3	4	25						1	11		193	756	199	771								
08:00 - 08:15	4	4	4	16	11	9	12	16	5	5	7	21	1	2	3	10	3	2	2	18			4	1	1	5	3	165	763	181	784									
08:15 - 08:30	1	2	3	22	7	18	15	18	5	8	4	27		3	2	5		2	6	18							2	175	724	178	749									
08:30 - 08:45		5	7	8	12	15	13	23	7	3	3	20	1	1	24		3	5	4	16			2				2	181	714	197	755									
08:45 - 09:00	1	6	8	19	8	10	9	20	4		1	28	4	2	3	14	2	2	3	19							14	1	178	699	189	746								
09:00 - 09:15	1	4	5	14	13	21	15	27	4	5	8	23	3	3	4	12	2	4	2	25			1	1			2	203	737	213	777									
09:15 - 09:30		1	1	11	4	10	14	21	7	4	2	32	2	2	2	8		4	1	13			1	1	3	8		154	716	173	772									
09:30 - 09:45		3	4	11	10	10	7	18	9	6	3	27	1	3	1	12		3	2	14							10	1	157	692	172	747								
09:45 - 10:00		2	5	13	9	9	10	13	5	1	2	19	3	2	2	15	2	5	6	21			3		1	2		1	152	666	168	726								
10:00 - 10:15	1	5	4	12	9	14	10	18	4	7	2	28	3	2	3	11		8	4	25			1		2	9	2	184	647	207	720									
10:15 - 10:30	3	3	2	5	12	12	12	16	8	3	4	23	5	1	2	13	1	2	4	21				1				1	156	649	165	712								
10:30 - 10:45		2	1	9	4	14	9	17	4	5	2	26		3	3	10	3	1	3	19								1	139	631	151	690								
10:45 - 11:00	3	12	14	27	14	12	8	21	7	5	6	30	3	3	3	19	1	6	7	26					2	3	11	1	247	726	260	782								
11:00 - 11:15	3	4	2	13	7	7	10	12	4	2	3	29		5	2	7		3	4	12								1	137	679	143	718								
11:15 - 11:30	1	2	3	8	6	11	8	22	6	3	4	27	2	2	2	14		1	2	21								1	151	674	162	715								
11:30 - 11:45	1	5	6	12	7	8	6	24	3	3	2	29	2	2	4	17		3		11							3	158	693	171	734									
11:45 - 12:00	2	5	7	5	7	8	11	22	5	6	4	29	1		2	18		2	4	18			1			12	4	175	621	202	677									
12:00 - 12:15		1	4	14	8	7	12	14	6	3	4	35	1	3	1	16	2	2	3	22								1	172	656	191	725								
12:15 - 12:30		1	2	19	8	11	7	22	3	5	6	28	1	2	4	7	1	1	2	20					1	6		1	160	665	170	733								
12:30 - 12:45		2	3	13	7	13	5	18	4	1	2	28	1	2	3	12		3		19								1	142	649	149	711								
12:45 - 13:00	2	8	6	13	9	10	16	25	4	4	6	20		1		8		1	3	20				1	2	6	2	168	642	173	682									
13:00 - 13:15		5	5	12	9	6	8	12	10	7	8	25	3	4	6	21	2	1	1	19			2					1	172	642	185	676								
13:15 - 13:30	2	1	4	14	10	11	7	15	3	3	4	32	2	4	1	15	1	2	3	20								2	164	646	179	686								
13:30 - 13:45	2	8	5	10	15	9	12	18	4	9	7	38			1	12		1	4	16				1	1	1	3	2	181	685	187	724								
13:45 - 14:00	1	5	2	12	13	13	5	19	4	1	1	34	1	1		9		1	1	17			1	1				1	146	663	145	696								
14:00 - 14:15	3	4	8	15	10	8	14	14	6	4	6	38		1	3	9		4	3	17								3	180	671	191	702								
14:15 - 14:30	2	4	5	8	10	10	5	13	7	3	5	35		2	3	18	1	1	7	8								1	152	659	156	679								
14:30 - 14:45	4	5	3	13	9	6	8	12	9	8	6	23	3	2	2	13	1		1	12								2	155	633	171	664								
14:45 - 15:00					14	10	14	13	5	5	7	19	3	2	1	11	2	3	4	13						1	4	2	139	626	159	678								
15:00 - 15:15		3	5	11	13	9	13	15	8	2	4	32		3	4	13		3	5	17					1	1	6	1	170	616	183	670								
15:15 - 15:30	2	7	5	13	9	7	7	11	8	4	6	28	2	4	1	10	3	4	4	12			1		2	4		1	158	622	168	682								
15:30 - 15:45	3	3	3	4	12	7	9	13	5	2	1	34	6				1	1	2	19					1	1	9	5	153	620	182	693								
15:45 - 16:00	3	2	4	3	4	11	5	16	3	4	3	37		3	4	16		2	3	18				2	2	2	6	1	156	637	184	717								
16:00 - 16:15	1	2	6	9	8	8	12	14	6	5	6	24	1	2	4	9		3	5	17								2	151	618	165	699								
16:15 - 16:30	2	7	5	6	6	5	9	18	6	6	4	31		3	3	15	3	1	14									2	157	617	173	704								
16:30 - 16:45	1	5	10	12	10	10	6	16	4	1	2	32	1	1	2	22		2	4	17								3	170	634	182	703								
16:45 - 17:00		4	7	13	12	12	18	27	1	4	6	33	3	2	4	27		1	2	13								4	190	668	196	715								
17:00 - 17:15	1	3	4	4	12	3	13	18	8	4	5	23	3	5	2	13	2	5	11									2	148	665	161	712								
17:15 - 17:30	2	4	4	8	15	13	10	27	3	3	4	22	5	2	7	20		1	2	12						1	6	2	178	686	196	736								
17:30 - 17:45	2	1	4	13	7	6	8	21	4	2	1	26	1	2	3	11		3		18								1	139	655	144	698								
17:45 - 18:00	1	4	5	11	8	8	12	25	3	6	5	24	1	1		9		1	3	20								2	156	621	164	666								
18:00 - 18:15	1	6	4	9	9	5	9	14	8	8	4	23	3	4	4	19		2	1	1	19			2				1	162	635	176	680								
18:15 - 18:30	2	2	3	12	10	7	8	15	5	3	4	29	1	3	2	15		1	2	3	19							1	155	612	169	652								
18:30 - 18:45	1	7	2	8	11	10	7	18	2	6	8	27		1		11		3	2	13								3	147	620	158	666								
18:45 - 19:00	1	2	5	11	12	6	8	16	6	1	1	30	2	1		9		1	1	17			2				2	136	600	138	640									
19:00 - 19:15	2	5	3	13	9	6	10	14	7	4	6	32		1	1	7		2	5	12								1	149	587	156	620								
19:15 - 19:30	1	2	3	9	10	6	3	28	4	3	3	40	2	1		13		2	4	4	16			2	1	8	1	166	598	185	636									
19:30 - 19:45	1	5	5	13	8	8	6	26	3	4	2	34	1	4	4	10	</																							

**AFORO VEHICULAR SEGÚN CONDICIONES DE FLUJO
HOJA DE RESUMEN**

INTERSECCIÓN:		AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA																REGION:		PUNO																	
SENTIDO:		S - N																DISTRITO:		JULIACA																	
DÍA :		LUNES																FECHA:		lunes, 4 de Octubre de 2021				APROXIMACIÓN S-N:		AV. MÁRTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE											
TIPO DE VEHICULO	MOTO LINEAL				MOTO TAXI				AUTO				CAMIONETA RURAL				MICROBUS				OMNIBUS				CAMIÓN LIVIANO				CAMIÓN PESADO				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	
	Factor UCP= 0.33				Factor UCP= 0.83				Factor UCP= 1				Factor UCP= 1.25				Factor UCP= 1.5				Factor UCP= 3				Factor UCP= 2.5				Factor UCP= 3.5								
SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	
MOV. HORA	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	
06:30 - 06:45	1	2			3	1		1	1	1			1			1				12	16			2	4			1				46	-	71	-		
06:45 - 07:00	1		1	1	4		1	1	1	1	2	1		1	1					18	10			1	5			1				50	-	75	-		
07:00 - 07:15	2			2	5	2	3	1	1	1										11	14	1		4	3							51	-	75	-		
07:15 - 07:30	1	2		2	3	2	4		1	2	3	1		1	1					14	15			1	5		1	1	1			61	208	88	309		
07:30 - 07:45	3	1			7	3	3	1	1	4	5	2				1				9	12			4	5		1	1	2			65	227	95	332		
07:45 - 08:00			2	1	7	1	5		3	3				2						12	15			1	2							55	232	72	330		
08:00 - 08:15	2	1	1		6	2	4		1	2	6			1	1					13	14			1	4		2		4			64	245	92	347		
08:15 - 08:30	4	1			7	2	1		3	2	2	2		1	1					15	10			3	3		2					57	241	80	339		
08:30 - 08:45	1	2			4	5	8		3		2	1		1			1		1	11	16			3	2		1					62	238	83	327		
08:45 - 09:00					4	1		2	3	2	2	1		2	1					13	15			5	1		4	1					57	240	90	345	
09:00 - 09:15	2	1			4		4		3	3		2		1		2				11	13	1		2	4								53	229	75	328	
09:15 - 09:30	2	1	2		4	1	2	3	1	1	2	1								13	15			2	3		1						54	226	74	322	
09:30 - 09:45	1			1	7	1		1	2	3	5	10			1	2				14	14			5	2			1					70	234	97	337	
09:45 - 10:00				1	6	2	3		1	1	2	2		1	1					10	12			3	4								49	226	72	319	
10:00 - 10:15	2		1		6	2		1	1	3				2		1	1			9	15			1	1		1	1					48	221	64	308	
10:15 - 10:30					8	2	3		1	2	2	2		2	2			1		15	17	1		1	3			1					64	231	89	322	
10:30 - 10:45			2		11	2	4	1	2	3	4	2		1						13	9	3		2	2								61	222	77	302	
10:45 - 11:00	1		3	1	1	2	3	1	3	2	3	1		2	1					14	11			2	4								55	228	76	306	
11:00 - 11:15	1			1	2			1	4	4	2			1	2					6	12			3	2				1				42	222	61	303	
11:15 - 11:30		1	1	1	5	4	2	3	1	10	4	2		1	4			1		9	9	1		3	1								62	220	78	292	
11:30 - 11:45	1	1			5	3			1	1	3	2				3	1			10	7			5	2		1						45	204	67	282	
11:45 - 12:00	3	1	3		6	3	5	1	6	1	4			1	1		2			15	16			1	3								73	222	91	297	
12:00 - 12:15		1	2		4	5	2	2	3	2	2	1		1	2	1	2			12	10			3	4								59	239	81	317	
12:15 - 12:30	1	4	2	3	3	5	3	1	4	4	3	3		1	1	1				13	9			2	3								67	244	81	320	
12:30 - 12:45	2	2	4		5	2			2	1	1	1			3		1			1	9	8			1	4		1					48	247	63	316	
12:45 - 13:00	2		2		4	1	2	1	7	1	7				2	3				13	10			2	3		2	1					64	238	88	312	
13:00 - 13:15	3	1	1		3	3	2	2	3	2	4	1		3	1	1				6	5			1	4	1	1						48	227	63	294	
13:15 - 13:30	3	2			6	2	4	2	4	1	1			1						12	10			3	4		2			1			58	218	82	296	
13:30 - 13:45		2	3		6	4			1	2	6	2		1	1					10	7			2	2								49	219	61	294	
13:45 - 14:00	3				3		3		3	1	2	1			1					10	9			3	3								44	199	65	271	
14:00 - 14:15	2	1	1		4	2	2	1	4	5	5	1								12	8			1	3			1					53	204	68	276	
14:15 - 14:30	2			2	5	1	2	2	2	1	2	1		1			1			7	10			2	4		1						47	193	66	260	
14:30 - 14:45		1	3		6	4	2	2	3	2	4	2		2		1				10	9	1		2	5			1	1				63	207	87	285	
14:45 - 15:00	3	1	2		3	2	3	2	3	4	4			1						10	16			1	6								61	224	81	302	
15:00 - 15:15	3	1			7	1		1	7	4	3	1			1					8	8			1	4								50	221	64	297	
15:15 - 15:30	2		1	1	1	2	5	1	1	2	3	1		1	2	1				10	16			1	3								54	228	72	304	
15:30 - 15:45	3	4	4	1	4	1	1	1	3	1	5			1	2	1				10	13			2	4		1						61	226	78	294	
15:45 - 16:00	3	1	3		9	7	5		2	2	4	2		2	1					9	15			4	3								72	237	90	304	
16:00 - 16:15	1	1	2	2	4	2	7	2	4	2	6	1		2		1				10	9			2	4		2						64	251	83	322	
16:15 - 16:30	6	2	3	1	4	3	5	2	6	3	5	1		1	2	1				4	7	8		1	3		1						68	265	77	328	
16:30 - 16:45	1	2	2		6	2	3	1	5	3	4			1						2	12	8		3	5		2						62	266	87	337	
16:45 - 17:00		1	4		5	2	4	2	4	2	5	3		1	1	1	1			11	10	1		3			1	2					63	257	80	327	
17:00 - 17:15		3	3	1	9	2	3		1	3	2			3	1	1	1			1	10	9			2	2		1						58	251	72	316
17:15 - 17:30	4	3	2		7	4	5	2	3	5	4	1		1	2					10	13			4	2		4						76	259	97	336	
17:30 - 17:45	1		2		4	5	6		3	2	1	1		1		2	1			13	14			2	3			1					62	259	84	333	
17:45 - 18:00					3	2	2	2	2	2	2	1		1	1					18	10			5	1		2	1						55	251	84	337
18:00 - 18:15	1	1			4	2			3		1	2		1	1	1				14	9	1		2	3									46	239	66	332
18:15 - 18:30	2	1			1	1	2	3	1	1	2	1		1						10	17			1	4		1							49	212	71	306
18:30 - 18:45	3			1	7	1	1	1	2	4	3	10		1	1					16	11			1	5		1							68	218	91	313
18:45 - 19:00				1	5	2	3		1	1	2	2					1			12	9			3	4		1							47	210	71	300
19:00 - 19:15	2	1			6	3	5	1	2	1	2	2		1	1		2			12	10			3	3		1						53	217	68	301	
19:15 - 19:30		1	1	1	9	3	2		2	2	2	2		2		2				14	7	1		3	1									56	224	72	302

**AFORO VEHICULAR SEGÚN CONDICIONES DE FLUJO
HOJA DE RESUMEN**

INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA																REGION: PUNO																				
SENTIDO: E - O																DISTRITO: JULIACA																				
DIA : LUNES																FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021																				
																APROXIMACIÓN E-O: AV. TACNA																				
TIPO DE VEHICULO	MOTO LINEAL				MOTO TAXI				AUTO				CAMIONETA RURAL				MICROBUS				OMNIBUS				CAMIÓN LIVIANO				CAMIÓN PESADO				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA
	Factor UCP= 0.33				Factor UCP= 0.83				Factor UCP= 1				Factor UCP= 1.25				Factor UCP= 1.5				Factor UCP= 3				Factor UCP= 2.5				Factor UCP= 3.5							
	SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF				
MOV.	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34	31	32	33	34				
06:30 - 06:45		5	7		8	10	19		1	6	11		5	9		5	5	8		3	1		1	2	4		1	2		113	-	137	-			
06:45 - 07:00		1	3		8	14	26		5	9	16		4	7		5	4	10		4			4	5		2	2		129	-	162	-				
07:00 - 07:15		2	8	10		10	15	29		1	8	18		2	3		3	14	12		4		1	3		1	2		147	-	164	-				
07:15 - 07:30		9	11		2	21	25		1	15	29		1	5	9		3	12	16		5	1	2		5	6		179	568	212	674					
07:30 - 07:45	1	4	11		3	23	43		3	13	26		3	2	8		2	6	14		5	1		2	3		1	1	171	626	184	721				
07:45 - 08:00		9	12		3	22	40		2	14	26		1	1	9		2	10	18		4			5	10		1		189	686	215	774				
08:00 - 08:15		11	7		8	14	26		2	12	21		2	5	5		3	7	14		8	1		6	2		2	2	151	690	180	790				
08:15 - 08:30	2	9	8		7	21	31		4	17	28		7	3	3		3	8	16		5		1	1	2	2		2	177	688	195	773				
08:30 - 08:45		8	13		6	19	26		4	14	27		2	4	8		2	11	10		6	1	1		5	4		171	688	193	782					
08:45 - 09:00		14	12		2	18	34		1	16	30		1	1	9		5	13	9		5			5	8			184	683	206	773					
09:00 - 09:15	3	5	7		8	21	32		3	17	19		6	10		3	9	9		4	1		1	2	3		2	165	697	183	776					
09:15 - 09:30		4	6		9	18	35		1	21	22		4	8		4	5	11		5		2		4	7			166	686	192	774					
09:30 - 09:45	2	8	9		5	13	23		5	10	19		5	6	10		3	7	8		5	1		1	4	6		1	151	666	177	758				
09:45 - 10:00	2	3	5		8	12	25		2	11	21		1	6	11		2	15	13		4	1		1	1	5		1	150	632	178	730				
10:00 - 10:15	1	5	7		7	23	22		6	16	31		4	7		3	11	21		3	1	1		2	12		2	185	652	224	771					
10:15 - 10:30		2	4		5	9	16		1	12	21		3	9		4	7	13		3			1	2	4		1	117	603	142	720					
10:30 - 10:45	1	5	10		7	13	25		1	21	20		1	2	6		2	8	16		5		2		1	8		154	606	178	722					
10:45 - 11:00		2	7	10		2	11	30		4	19	18		3	7		3	5	12		4	1	1		5	1		143	599	158	702					
11:00 - 11:15	3	2	6		4	9	19		2	9	20		1	7	1		4	3	12		5			3	4			115	529	139	617					
11:15 - 11:30	1	2	7		4	22	12		3	14	27		1	2	3		3	2	15		10		1		2	5		137	549	170	646					
11:30 - 11:45	1	5	6		4	18	15		1	11	20		2	4	9		2	9	3		7	1		1	6		1	128	523	158	626					
11:45 - 12:00	4	5	10		8	10	20		3	17	18		5	7		3	5	7		5			7	10		4		148	528	185	653					
12:00 - 12:15	1	8	5		4	9	17		4	24	28		9	2		2	7	14		7		1		2	3			151	564	184	698					
12:15 - 12:30		4	12		3	9	21		2	15	29		1	3	5		2	4	10		10	1	1		2	4		139	566	168	696					
12:30 - 12:45	1	2	3		8	11	20		4	10	19		2	1	6		1	9	6		4		1		2	3		113	551	130	668					
12:45 - 13:00	2	11	9		4	19	20		9	21		3	7		2	6	11		3	1			1	2	5		1	138	541	153	636					
13:00 - 13:15	3	8	8		6	13	11		3	16	30		6	12		2	4	10		3	2	2		4	2			143	533	157	608					
13:15 - 13:30	3	5	6		8	16	18		3	9	21		1	5	10		1	6	18		3	1	1		2	3		142	536	164	604					
13:30 - 13:45	1	6	8		5	22	25		3	19	34		6	8		11	8		4	1			3			2		166	589	180	654					
13:45 - 14:00	3	6	10		8	21	28		2	13	23		4	3	7		2	4	11		3		1		1	5		156	607	164	665					
14:00 - 14:15		13	10		5	14	25		4	16	30		1	2	6		2	5	12		2		3		3	3		159	623	174	683					
14:15 - 14:30	1	14	12		10	17	12		4	17	28		5	8		3	9	6		5	1			1	2		1	156	637	163	681					
14:30 - 14:45		5	9		7	8	15		2	15	31		8	14		1	6	5		8	2	3		1	3			143	614	172	673					
14:45 - 15:00	4	5	7		3	9	21		4	15	29		2	3	6		2	7	3		5	1	1		2	1		132	590	148	657					
15:00 - 15:15	2	6	9		7	15	28		6	18	34		5	6	12		4	6	10		6	2		4	2		2	184	615	210	692					
15:15 - 15:30	3	11	13		8	9	17		5	23	42		4	2	4		5	7	12		9		2		1	3	3	184	643	210	739					
15:30 - 15:45	3	6	9		6	10	18		4	15	29		5	10		2	5	9		8	1			5	6		3	158	658	204	771					
15:45 - 16:00	3	4	6		7	13	25		3	20	37		1	3	6		4	3	13		10		1		3	7		172	698	213	836					
16:00 - 16:15	3	5	7		4	13	24		2	13	25		7	12		3	14	12		5	2			1	1		4	157	671	186	812					
16:15 - 16:30	6				8	17	16		4	17	22		6	11		5	4	8		12				1	5	7		152	639	205	808					
16:30 - 16:45	5	13	15		4	19	17		3	18	34		1	3	9		7	8	16		8		2		4	6		1	193	674	220	824				
16:45 - 17:00	1	8	12		10	21	38		27	29		4	7		1	5	9		8	1	2		3	4		1	1	191	693	210	822					
17:00 - 17:15	3	5	12		3	14	26		1	22	32		3	3	5		2	10	7		8	1	1		1	5		166	702	192	827					
17:15 - 17:30	1	11	4		7	15	38		1	21	31		2	4	3		3	9	6		9	2	3		3	4		179	729	213	835					
17:30 - 17:45	1	7	7		8	29	20		4	16	29		1	5	3		1	7	7		8		1		2	7		163	699	185	799					
17:45 - 18:00	2	8	10		4	22	31		21	38		1	4	8		2	5	12		7	1		1	3	4		2	186	694	209	798					
18:00 - 18:15	3	7	9		6	14	38		3	16	30		6	12		2	4	10		6		2		1	5		1	175	703	192	798					
18:15 - 18:30	3	6	12		8	10	24		3	12	27		1	5	14		1	13	7		3	1	1		2	3		158	682	175	760					
18:30 - 18:45	1	2	14		5	16	29		1	26	29		2	11		11	6		4	1			4		4		1	165	684	180	756					
18:45 - 19:00	3	10	5		7	26	25		2	20	12		4	8	3		2	6	10		3		1		1	3	3	154	652	163	711					
19:00 - 19:15		5	10	12		5	21	19		6	15	31		1	6	2		3	5	10		2	1	2		4	1	159	636	173	691					
19:15 - 19:30	4	7	9		3	16	30		4	23	28		3	4	14		4	10	19		1	2		2	7		1	192	670	217	733					
19:30 - 19:45	2	11	13		5	16	13		5	16	31		2	10	9		4	11	20		2		2		3	5		172	677	196	748					
19:45 - 20:00	3	4	5		4	15	29		3	23	20		1	9	16		3	4	8		1		3		1	2		157	680	175	760					
20:00 - 20:15	3	4	10		4	23	19		5	15	18	</																								

AFORO VEHICULAR SEGÚN CONDICIONES DE FLUJO
HOJA DE RESUMEN

INTERSECCIÓN:		AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA																				REGION:		PUNO													
SENTIDO:		O - E																				DISTRITO:		JULIACA													
DIA :		LUNES																				FECHA:		lunes, 4 de Octubre de 2021		APROXIMACIÓN O-E:		AV. TACNA									
TIPO DE VEHICULO	MOTO LINEAL				MOTO TAXI				AUTO				CAMIONETA RURAL				MICROBUS				OMNIBUS				CAMIÓN LIVIANO				CAMIÓN PESADO				TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	TOTAL X 1/4 de HORA	TOTAL HORARIA	
	Factor UCP= 0.33				Factor UCP= 0.83				Factor UCP= 1				Factor UCP= 1.25				Factor UCP= 1.5				Factor UCP= 3				Factor UCP= 2.5				Factor UCP= 3.5								
SENTIDO	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	GD	DF	DF	GI	1/4 de HORA	HORARIA	1/4 de HORA	HORARIA	
MOV. HORA	41	42	43	44	41	42	43	44	41	42	43	44	41	42	43	44	41	42	43	44	41	42	43	44	41	42	43	44	41	42	43	44					
06:30 - 06:45		8	5			25	17	2			13	8	7			7	4	1			3	1	24			3	2	1			3	2	1	136	-	156	-
06:45 - 07:00		7	4			32	22	3			32	19	4			5	2	4			3	2	19			4	1	2			4	3	1	174	-	200	-
07:00 - 07:15		9	6	1		36	24	3			19	11	6			9	4	1			4	2	16			3	2	1			4	5	3	171	-	199	-
07:15 - 07:30		11	2			34	22	1			30	18	3			6	3	3			3	1	18			3	2	1			12	7	3	185	666	231	786
07:30 - 07:45		16	4	1		15	30	1			28	16	8			3	2	3			5	3	24			5	1	2			5	1	3	179	709	212	842
07:45 - 08:00		12	8			37	29	1			30	17	6			10	4	3			3	2	19			2	2	1			3	6	2	197	732	215	857
08:00 - 08:15		10	15			23	34	2			23	13	5			10	4	4			2	1	19			5	1	1			10	5	1	189	750	218	876
08:15 - 08:30		9	7	1		35	26	2			34	20	6			10	5	1			3	1	14			4	2	1			5	3	1	191	756	212	857
08:30 - 08:45		7	5	1		28	19	3			28	17	5			5	3	1			2	1	19			3	3	2			11	4		167	744	202	847
08:45 - 09:00		8	2			33	15				29	17	2			11	5				5	3	24			2	1	3			6	2	2	172	719	209	841
09:00 - 09:15		14	9	1		36	26	3			32	19	5			5	2	1			1		20			3	2	1			3	2	1	189	719	203	825
09:15 - 09:30		9	6	1		21	14	1			27	16	9			10	4	4			3	1	18			2	3	2			7	1	1	160	688	186	800
09:30 - 09:45		7	5			25	16	2			33	19	7			10	4	3			3	1	17			4	3	1			3	2		166	687	191	790
09:45 - 10:00		10	7			35	23				19	11	4			10	5	2			4	2	19			5	4	2			9	4	1	177	692	218	798
10:00 - 10:15		13	12	1		38	26	4			30	18	10			14	7				6	3	14			4	1			12	1	1	171	719	237	833	
10:15 - 10:30		4	5			28	19	2			22	13	6			5	2	2			5	3	14			4	2			5	3		144	703	167	814	
10:30 - 10:45		7	10			31	21	2			26	16	12			14	6	1			3	2	19			3	3	2			5	2		187	724	216	838
10:45 - 11:00		11	7	2		26	17	2			26	15	16			9	4	1			5	3	16			2	2	3			7	4	2	183	730	218	838
11:00 - 11:15		6	9	2		28	15	2			28	16	6			8	4	4			2	1	25			6	5				10	5	1	184	698	231	832
11:15 - 11:30		7	5	1		22	14				31	18	9			6	3				3	2	22			2	1	2			5	2	1	159	713	189	855
11:30 - 11:45		13	10	3		22	10	2			27	16	7			4	2	2			4	3	19			2	2				4	3	1	156	682	169	808
11:45 - 12:00		16	9	1		30	20	1			32	19	15			7	4				2	1	20			2	4	1			5	5		196	695	218	808
12:00 - 12:15		9	8	2		13	9	2			24	14	14			13	6				5	3	19			2	1	1			8	2	1	156	667	183	759
12:15 - 12:30		9	6	2		10	12	8			25	15	8			8	4	3			1	1	14			3	1	1			3	4		139	647	157	727
12:30 - 12:45		13	12	3		12	14	1			32	19	4			7	4	3			2	1	20			3	2				2	1		156	647	165	723
12:45 - 13:00		10	12	1		19	13	2			29	17	7			7	4	2			6	4	8			3	1	1			4	5	1	157	608	176	680
13:00 - 13:15		13	9	4		20	14	3			25	15	12			1	1	3			3	2	21			2	1	2			7	4		168	620	200	698
13:15 - 13:30		8	5	2		11	7	2			21	13	3			5	3	2			3	1	14			3	2	1			6	2		115	596	140	680
13:30 - 13:45		13	9	3		17	17	3			26	15	12			11	5				4	3	14			2	3	2			4	2	1	166	606	182	697
13:45 - 14:00		16	10			29	19	2			26	16	9			7	4	3			4	2	10			2	2	1			3	4		171	620	182	704
14:00 - 14:15		9	6	4		25	16	3			30	17	9			3	1				3	2	16			2	4	2			5	4	2	167	619	201	704
14:15 - 14:30		11	5	1		22	19	4			25	15	9			1		10			3	2	15			2	2				1	1	1	149	653	156	721
14:30 - 14:45		7	9	2		29	21	3			31	18	7			3	1	5			4	2	18			2	3				11	5		181	668	208	747
14:45 - 15:00		16	10	2		24	16				35	21	8			8	4				6	4	14			2	2				7	4		185	682	204	769
15:00 - 15:15		11	8	1		19	31	5			24	14	8			10	4	1			3	2	12			1	3	1			6	2	2	176	691	211	779
15:15 - 15:30		9	7	1		28	19	5			31	18	11			9	4	1			3	2	21			4	4	2			6	1	2	188	730	218	840
15:30 - 15:45		10	8	2		26	17	2			25	15	12			9	4	4			1	1	17			5	1	1			2	1	1	166	715	185	817
15:45 - 16:00		12	7	3		20	22	1			32	19	4			5	3	5			1	1	15			2	2	1			2	1	1	161	691	172	785
16:00 - 16:15		13	9	1		24	26	2			31	18	7			7	4				2	1	19			4	2	1			3	2	1	180	695	200	774
16:15 - 16:30		21	14	2		26	17	1			29	20	9			3	2	1			5	3	20			2	1	1			4	8	1	190	697	201	757
16:30 - 16:45		9	12	4		27	18	3			21	19	8			10	5				6	3	16			3	1	2			8	5		182	713	210	782
16:45 - 17:00		11	9	1		30	22	3			32	19	6			6	3	5			2	1	15			2	2	3			8	3	2	188	740	218	829
17:00 - 17:15		16	13	1		31	21	3			28	18	3			9	4	1			3	2	17			2	3	1			6	5	1	189	749	207	835
17:15 - 17:30		15	14	5		28	19	5			24	14	15			7	5	3			4	3	16			2	1	2			3	4	1	192	751	203	838
17:30 - 17:45		10	6	1		27	25	2			31	18	6			10	4	1			3	1	13			4	2	1			5	3	1	175	744	197	825
17:45 - 18:00		5	6	1		28	19	2			28	17	5			5	3	1			2	1	19			4	2	2			7	8		165	721	200	807
18:00 - 18:15		5	4			33	15				29	17	2			11	5				5	3	22			2	1	3			5	3	2	169	701	206	806
18:15 - 18:30		13	8	1		33	22	1			30	17	5			5	2	1			1		21			3	2	1			2	3	1	175	684	192	795
18:30 - 18:45																																					

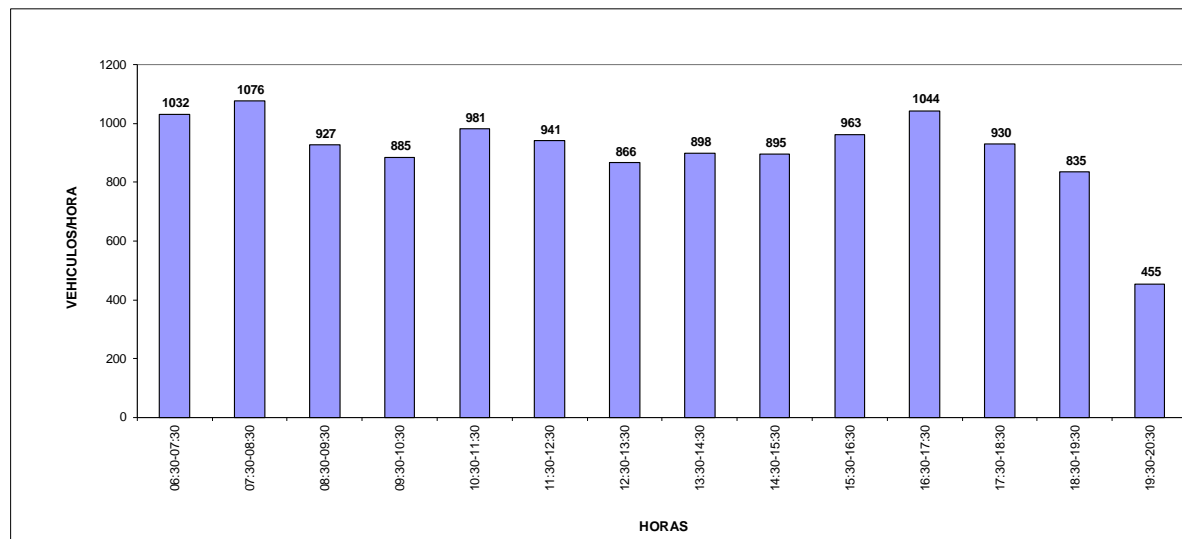
Anexo 03.

FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: NORTE - SUR
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA
 FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	823	1032
07:30-08:30	889	1076
08:30-09:30	757	927
09:30-10:30	718	885
10:30-11:30	774	981
11:30-12:30	772	941
12:30-13:30	727	866
13:30-14:30	734	898
14:30-15:30	709	895
15:30-16:30	756	963
16:30-17:30	833	1044
17:30-18:30	746	930
18:30-19:30	688	835
19:30-20:30	381	455

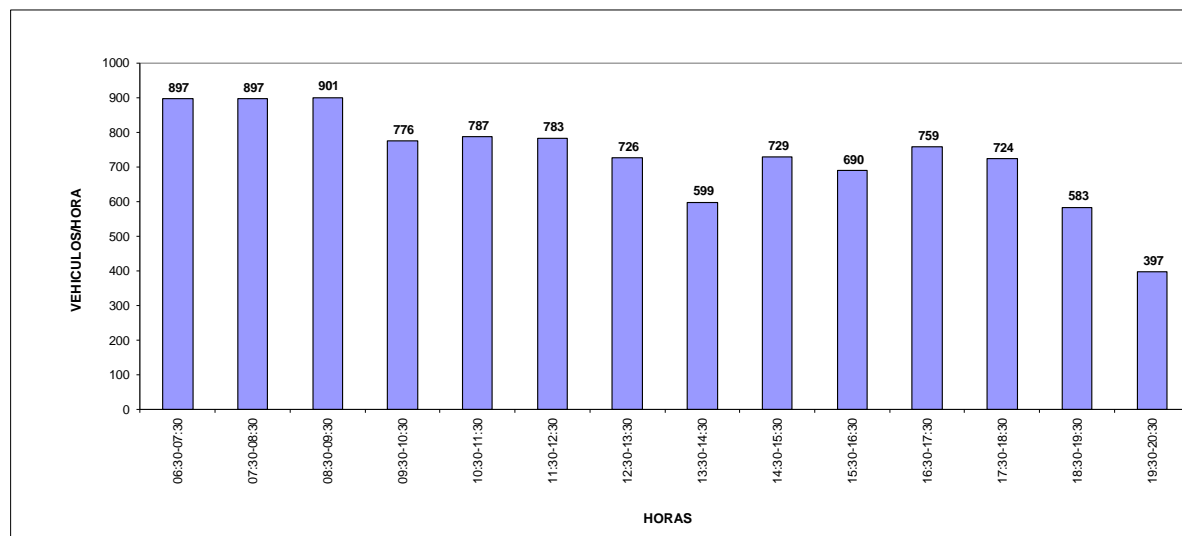


FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: SUR - NORTE
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA
 FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	708	897
07:30-08:30	756	897
08:30-09:30	747	901
09:30-10:30	619	776
10:30-11:30	614	787
11:30-12:30	649	783
12:30-13:30	618	726
13:30-14:30	489	599
14:30-15:30	592	729
15:30-16:30	567	690
16:30-17:30	622	759
17:30-18:30	619	724
18:30-19:30	527	583
19:30-20:30	344	397

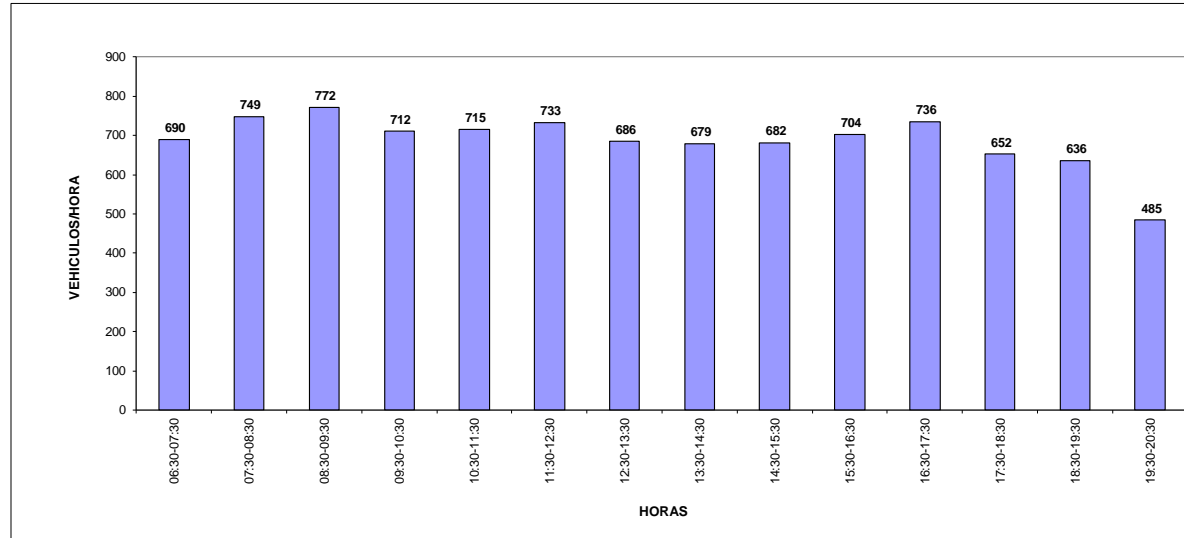


FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: ESTE - OESTE
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA
 FECHA: Lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: AV. TACNA

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	644	690
07:30-08:30	724	749
08:30-09:30	716	772
09:30-10:30	649	712
10:30-11:30	674	715
11:30-12:30	665	733
12:30-13:30	646	686
13:30-14:30	659	679
14:30-15:30	622	682
15:30-16:30	617	704
16:30-17:30	686	736
17:30-18:30	612	652
18:30-19:30	598	636
19:30-20:30	445	485

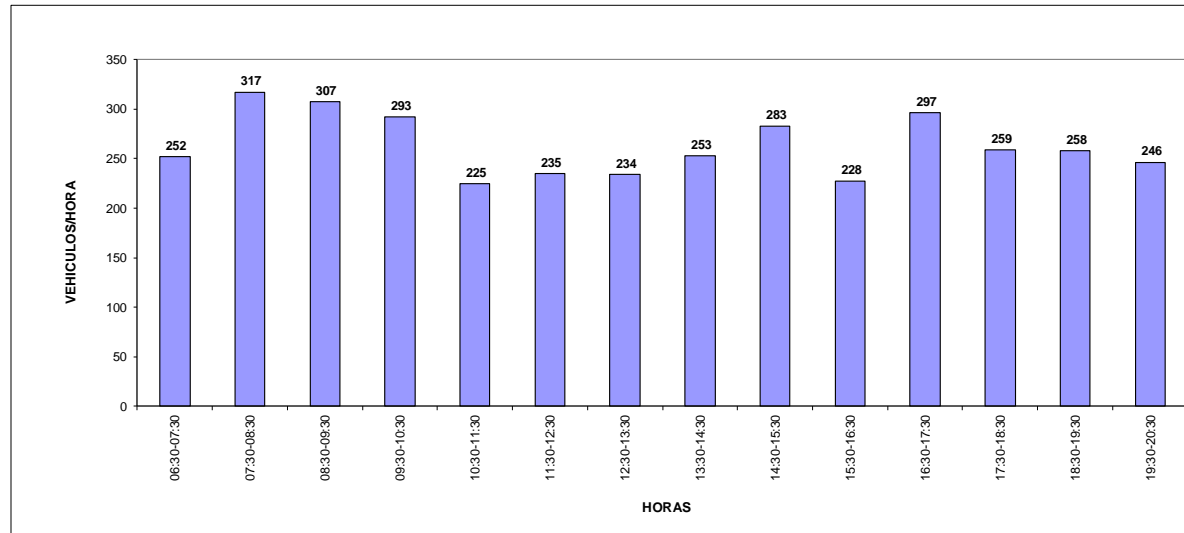


FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: OESTE - ESTE
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MANUEL NUÑEZ BUTRON - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. TARAPACA
 FECHA: Lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: JR. TARAPACA

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	289	252
07:30-08:30	380	317
08:30-09:30	353	307
09:30-10:30	332	293
10:30-11:30	251	225
11:30-12:30	265	235
12:30-13:30	278	234
13:30-14:30	300	253
14:30-15:30	301	283
15:30-16:30	267	228
16:30-17:30	341	297
17:30-18:30	289	259
18:30-19:30	284	258
19:30-20:30	284	246

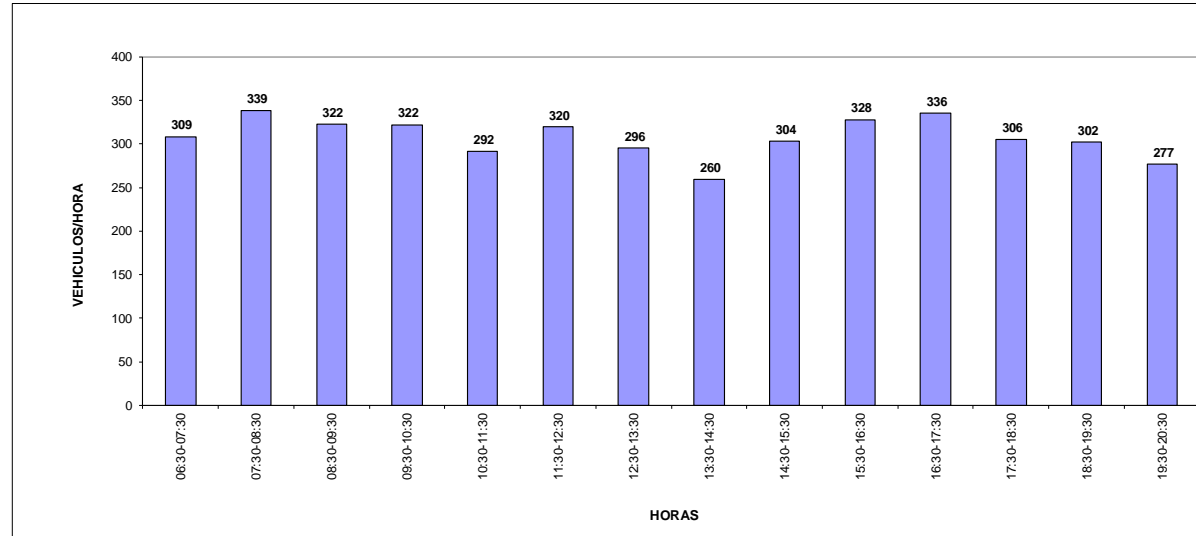


FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: SUR - NORTE
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MÁRTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA
 FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: AV. MÁRTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	208	309
07:30-08:30	241	339
08:30-09:30	226	322
09:30-10:30	231	322
10:30-11:30	220	292
11:30-12:30	244	320
12:30-13:30	218	296
13:30-14:30	193	260
14:30-15:30	228	304
15:30-16:30	265	328
16:30-17:30	259	336
17:30-18:30	212	306
18:30-19:30	224	302
19:30-20:30	204	277

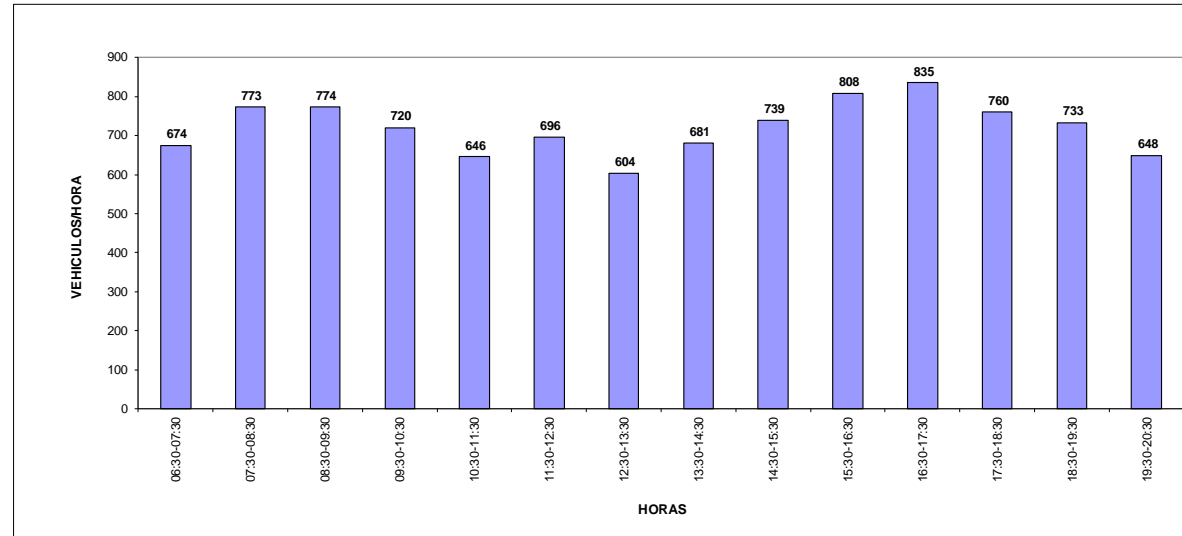


FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: ESTE - OESTE
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA
 FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: AV. TACNA

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	568	674
07:30-08:30	688	773
08:30-09:30	686	774
09:30-10:30	603	720
10:30-11:30	549	646
11:30-12:30	566	696
12:30-13:30	536	604
13:30-14:30	637	681
14:30-15:30	643	739
15:30-16:30	639	808
16:30-17:30	729	835
17:30-18:30	682	760
18:30-19:30	670	733
19:30-20:30	589	648



FLUJO VEHICULAR POR SENTIDO

SENTIDO: OESTE - ESTE
 INTERSECCIÓN: AV. TACNA - AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE - JR. JOSÉ DOMINGO CHOQUEHUANCA
 FECHA: lunes, 4 de Octubre de 2021

DISTRITO: JULIACA
 DIA : LUNES
 APROXIMACIÓN: AV. TACNA

HORAS DE CONTROL	SUMA HORARIA	
	VEHICULOS	UCP
06:30-07:30	666	786
07:30-08:30	756	857
08:30-09:30	688	800
09:30-10:30	703	814
10:30-11:30	713	855
11:30-12:30	647	727
12:30-13:30	596	680
13:30-14:30	653	721
14:30-15:30	730	840
15:30-16:30	697	757
16:30-17:30	751	838
17:30-18:30	684	795
18:30-19:30	663	778
19:30-20:30	626	732

