

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**“Estudio, Simulación y Optimización del Flujo De Tráfico de
la Av. Jorge Chávez desde la Calle Víctor Lira hasta la Calle
Paucarpata”**

Tesis Presentada Para Obtener el Título Profesional De
Ingeniero Civil

Stephanie Ballón Romero

Julio 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Porque sin él nada de esto hubiera sido posible.

A mi mamá.

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanas

Por ser las principales promotoras de mis sueños, gracias a ellas por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.

ABSTRACT

Due to the recent growth of the economy in Peru, it has been generated an uncontrolled increase in the vehicle fleet. This has triggered a series of problems in the city of Arequipa, ranging from severe traffic congestion, to road safety. Today the traffic control system is composed, only, by fixed traffic lights controls, which are not suitable to handle efficiently, the current traffic flow in the city of Arequipa, especially on Jorge Chavez Avenue. This avenue is one of the main thoroughfares of the city, allowing ingress and egress to the centre of the city, where most of the economic movement of the city are.

This research deals with the analysis of the implementation of a actuated traffic control system in Av. Jorge Chavez whose control algorithm measures the traffic state (feedback) at all times, and this information is used to synchronize signals real-time control. For which, we have proceeded with the familiarization of the area, collecting data such as traffic counts and travel speed and speed, as well as speed point. The vehicle traffic counts were collected for a period of 12 hours ranging from 7:00 am to 7:00 pm on one day a week, in our case, Tuesday April 5, while speeds were collected during the hour peak. Once the information was collected, a Base Model was created and a micro-simulation was ran using the program VISSIM, with all the existing features of the Av. Jorge Chavez, who helped us to calibrate and validate our model. To calibrate our model GEH criterion was used, obtaining 93%. Then we moved on to the creation of the algorithm on the VIS / VAP platform which was implemented to our Base Model, the results of running our Proposed Model allowed us to conduct an evaluation and comparison of the two models. Additional modifications were implemented for optimal strategy as an inclusion of an exclusive lane for public transport, incorporation of an additional traffic light on Otero Street.

The implementation of an actuated traffic control system reduced travel time by more than 25%, as well as reduce the delays, queue delays and the number of stops. It also allowed the traffic flow to be smooth because the algorithm developed simulates the effect of a Green Wave. Due to the introduction of an exclusive bus lane, public transport busses had the opposite effect, therefore, buses experienced an increased travel times as well as delays and stops numbers.

Therefore, the implementation of strategies of real time traffic control systems are recommended in Jorge Chavez Avenue, as well as a reduction in public transport lines and the implementation of bus stops, in such a way that a flow will be orderly and

efficient.

Keywords: traffic flow, algorithms, dynamic allocation, control strategies fixed time, driven strategies control simulation.



RESUMEN

Debido al reciente crecimiento de la economía en el Perú, se ha generado un incremento descontrolado del parque automotor. Esto ha desencadenado una serie de problemas en la ciudad de Arequipa, que van desde una severa congestión vehicular, hasta inseguridad vial. En la actualidad se cuenta con sistemas de control de tráfico fijo, los cuales no son adecuados para manejar de forma eficiente el actual flujo vehicular en la ciudad de Arequipa, especialmente en la Avenida Jorge Chávez. Esta Avenida es una de las vías principales de la ciudad, pues permite el ingreso y egreso al centro de la ciudad, en donde, se encuentran la mayor parte del movimiento económico de la ciudad.

Esta investigación aborda el análisis de la implementación de un sistema de control de tráfico accionado por vehículos en la Av. Jorge Chávez cuyo algoritmo de control mide el estado (realimentación) del tráfico en cada momento, y esta información es utilizada para sincronizar las señales de control en tiempo real. Para lo cual se procedió con la familiarización de la zona, recolección de datos como: aforos vehiculares, velocidades de recorrido y marcha, así como, velocidad de punto. Los aforos de vehículos fueron recolectados por un periodo de 12 horas comprendido desde las 7:00 am hasta las 7:00 pm en un día típico de la semana, en nuestro caso, martes 05 de abril, mientras que las velocidades fueron recolectadas durante la hora pico. Una vez obtenida la información, se construyó un Modelo Base de simulación en el programa de micro-simulación VISSIM, con todas las características existentes de la Av. Jorge Chávez, que nos sirvió para calibrar y validar nuestro modelo. Para poder calibrar nuestro modelo se usó el criterio GEH, obteniendo un 93%. Después, se pasó a la creación del algoritmo en la plataforma VIS/VAP que fue implementado a nuestro Modelo Base, permitiendo realizar la evaluación y comparación con el Modelo Propuesto. Adicionales modificaciones fueron implementadas para obtener una estrategia óptima como: inclusión de un carril exclusivo para el transporte público, incorporación de un semáforo adicional en la Calle Otero (parque de la muela).

La implementación de un sistema de control de tráfico accionado permitió la reducción del tiempo de viaje en más de un 25%, así como, la reducción de demoras, demoras debido al largo de cola y el número de paradas. Además, permitió que el flujo de tráfico sea más fluido o continuo, sin tantas paradas debido a que el algoritmo

desarrollado simula el efecto de una Ola Verde. Debido a la implantación de un carril exclusivo para buses, estos tuvieron un efecto opuesto, pues, incrementaron sus tiempos de viaje, así como, las demoras y los números de paradas.

Por lo tanto, se recomienda la implementación de estrategias de control de tráfico en tiempo real en la Av. Jorge Chávez, así como, una reducción en las líneas de transporte público y la implementación de paraderos, de forma tal, que se tenga un flujo ordenado y eficiente.

Palabras claves: flujo vehicular, algoritmos, asignación dinámica, estrategias de control de tiempo fijo, estrategias de control accionados, simulación.

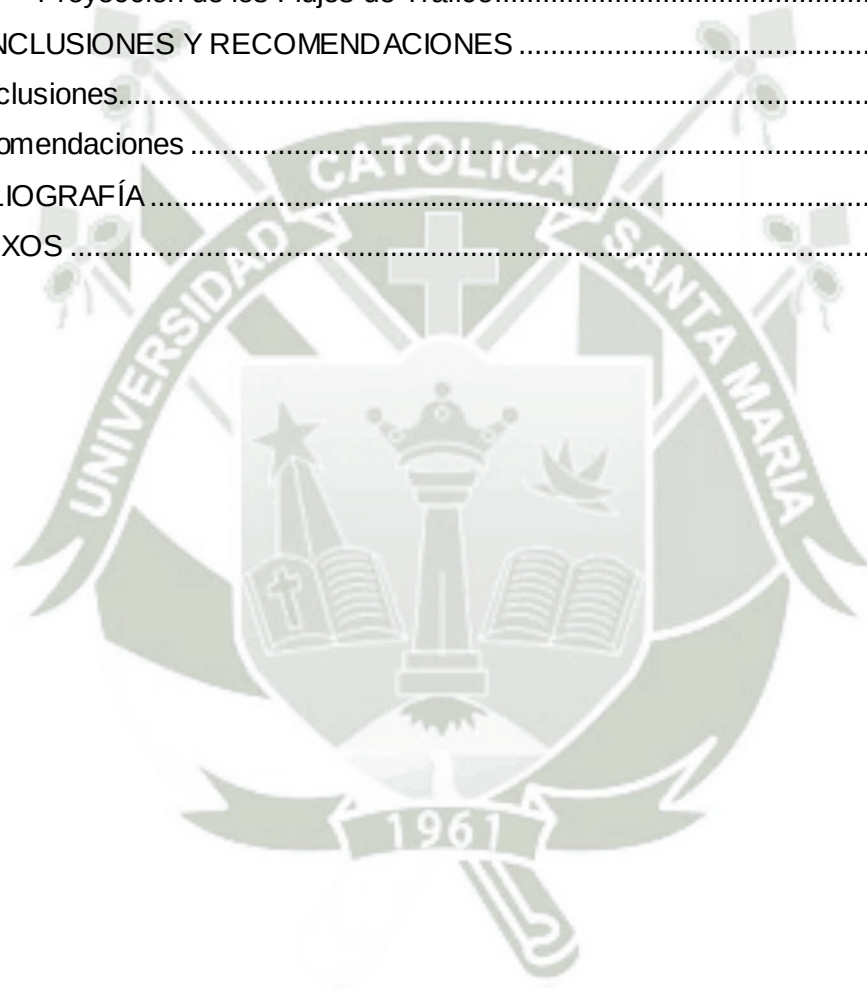


ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
ABSTRACT	II
RESUMEN	IV
ÍNDICE	VI
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	13
1.1. Introducción.....	13
1.2. Problemática.....	17
1.3. Objetivos	17
1.4. Relevancia científica.....	18
1.5. Metodología	18
1.6. Hipótesis de Investigación.....	19
1.7. Limitaciones	20
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	22
2.1. Introducción.....	22
2.2. Sistemas de Transporte Inteligente ITS.....	22
2.3. Principales Categorías de los Sistemas de Transporte Inteligente	23
2.3.1. Sistemas de Gestión de Tráfico Avanzado (ATMS)	23
2.3.2. Sistemas de Información de Pasajeros Avanzado (ATIS)	24
2.3.3. Operación de Vehículos Comerciales (CVO).....	26
2.3.4. Sistemas de Transporte Público Avanzados (APTS)	26
2.3.5. Sistemas de Control de Vehículos Avanzados (AVCS).....	26
2.3.6. Sistema de Transporte Rural (ARTS)	27
2.4. Sistemas de Gestión de Tráfico Avanzado (ATMS)	28
2.5. Control de Tráfico	31
2.5.1. Estrategias de Control de Tiempo Fijo	32
2.5.2. Estrategias de Control de Tiempo Actuado	33
2.5.3. Estrategias de Control Accionado	34
2.6. Componentes de los Controladores del Sistema de Tráfico Accionado	36
2.7. Detectores de Vehículos.....	37
2.8. Modelación del flujo vehicular	39

2.8.1.	Programas para modelar el tráfico	39
2.9.	VISSIM	42
2.9.1.	Modelo del seguimiento de carro (Car - following)	43
CAPITULO III: METODOLOGIA.....		47
3.1.	Introducción.....	47
3.2.	Escenario N° 1 – Modelo Base.....	47
3.2.1.	Elección del tramo a estudiar	47
3.2.2.	Principales variables	49
3.3.	Recolección de Datos	53
3.3.1.	Aforos Vehiculares	53
3.3.2.	Tiempos de Viaje	61
3.4.	Desarrollo del Escenario N° 1 – Modelo Base	66
3.5.	Proceso de Construcción del Escenario N°1 - Modelo Base.....	68
3.5.1.	Red Vial	68
3.5.2.	Datos de Trafico.....	71
3.5.3.	Control de la infraestructura	75
3.6.	Calibración del modelo base	76
3.6.1.	Criterio de calibración de aforos vehiculares: GEH Estadístico	77
3.7.	Validación del modelo base	77
3.8.	Escenario N° 2 – Modelo Accionado	79
3.8.1.	Optimización del Modelo Propuesto.....	80
3.9.	Desarrollo del Algoritmo de Control Accionado	87
3.9.1.	Creación de un Control VAP.....	88
CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS		91
4.1.	Introducción.....	91
4.2.	Análisis del Escenario 1.....	91
4.2.1.	Velocidad de Marcha y Velocidad de Recorrido	91
4.2.2.	Aforos de Trafico.....	99
4.2.3.	Calibración del Modelo	112
4.3.	Análisis de los Resultados del Modelo Base	114
4.3.1.	Tiempos de Viaje	114
4.3.2.	Demora Promedio.....	114
4.3.3.	Demoras debido a largos de Cola	115
4.3.4.	Tiempo de parada promedio y número de paradas promedio.....	115
4.4.	Análisis de los Resultados del Modelo Propuesto	121
4.4.1.	Tiempos de viaje	121

4.4.2.	Demora promedio	121
4.4.3.	Demoras debido al largo de cola	122
4.4.4.	Tiempo de parada promedio y número de paradas promedio.....	122
4.5.	Comparación entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto.....	122
4.5.1.	Tiempos de Viaje	122
4.5.2.	Demora Promedio.....	123
4.5.3.	Demoras debido a largos de Cola	123
4.5.4.	Tiempo de parada promedio y número de paradas promedio.....	125
4.6.	Proyección de los Flujos de Trafico.....	126
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		133
Conclusiones.....		133
Recomendaciones		134
BIBLIOGRAFÍA		136
ANEXOS		139



LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1: Criterio para la Evaluación de los Niveles de Servicio. AASHTO.	52
Tabla 3.3: Tamaño mínimo aproximado de muestra para un nivel de confianza de 95%.	63
Tabla 3.4: Velocidad de recorrido y Velocidad de Marcha. Av. Jorge Chávez.	63
Tabla 3.5: Porcentaje de vehículos que ingresan a la Av. Jorge Chávez.	64
Tabla 3.6: Porcentaje de la composición vehicular para la toma de datos, Método de la Velocidad Punto	66
Tabla 3.7: Modelos de Vehículos, Tipos, Clases y Características.....	72
Tabla 3.8: Velocidad de los vehículos en el Modelo Base	79
Tabla 4.1: Velocidad de Marcha y Recorrido – Transporte Privado (autos, camionetas, taxis).....	93
Tabla 4.2: Velocidad de Marcha y Recorrido – Transporte Público.	94
Tabla 4.3: Resumen medidas de tendencia central de velocidades. Av. Jorge Chávez	96
Tabla 4.4: Test de Normalidad “Shapiro-Wilk”.....	98
Tabla 4.5: Composición Vehicular: Av. Jorge Chávez.....	100
Tabla 4.6: Composición Vehicular: Alto de la Luna.	102
Tabla 4.7: Composición Vehicular: Otero (Parque de la Muela).	103
Tabla 4.8: Composición Vehicular: San Camilo.....	104
Tabla 4.9: Composición Vehicular: Deán Valdivia.	105
Tabla 4.10: Composición Vehicular: Mollendo (entrada).	107
Tabla 4.11: Composición Vehicular: Mollendo (salida).....	108
Tabla 4.12: Composición Vehicular: Muñoz Najar.	109
Tabla 4.13: Resumen de la Composición Vehicular de la zona en estudio.	110
Tabla 4.14: Método del Vehículo Flotante (periodo de hora de máxima demanda) 113	
Tabla 4.15: Criterio de Calibración y Validación	113
Tabla 4.16: Tiempos de Viaje	116
Tabla 4.17: Demora promedio	117
Tabla 4.18: Demora promedio debido al largo de cola.	118
Tabla 4.19: Número de Paradas	119
Tabla 4.20: Tiempos de parada promedio	120
Tabla 4.21: Diferencia de Tiempos de Viaje entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto.....	123

Tabla 4.22: Diferencia de la Demora Promedio entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto.....	124
Tabla 4.23 Diferencia de la Demora Promedio debido a la cola entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto	124
Tabla 4.24: Diferencia del Número de Paradas Promedio entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto	125
Tabla 4.25: Diferencia Tiempo de Paradas Promedio entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto.....	126
Tabla 4.26: Variación Porcentual, según tipo de vehículo; 2003 - 2012	128
Tabla 4.27: Factores de proyección para los años 2016 - 2021.	129
Tabla 4.28: Proyección de los flujos vehiculares para los años 2016 - 2021.	130
Tabla 4.29 Modelo propuesto proyectado para los años 2016 - 2021	132



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Parque Automotor Acumulado 1995-2011	14
.....	14
Figura 1.2: Composición Vehicular, Año 2011	15
Figura 1.3: Zona de estudio en la Av. Jorge Chávez.....	18
Figura 1.4: Metodología de la investigación.....	20
Figura 2.1: Diagrama del Sistemas de Transporte Inteligente ITS.....	25
Figura 2.2: Interconexión de los diferentes Sistemas de Transporte Inteligente ITS.	27
Figura 2.3: Componentes de los Controladores del Sistema	37
Figura 2.4: Detectores múltiples a través de la arteria. El número de detectores son: avanzados, giro a la derecha y de línea de parada.	38
Figura 2.5: Programa VISSIM. PTV.	43
Figura 2.6: Modelo de Seguimiento de Vehículo (Car Following, Widemann, 1974).	46
Figura 3.1: Mapa del tramo en estudio e intersecciones seleccionadas.....	48
Figura 3.2: Puntos de aforo.	54
Fuente: Elaboración propia.....	54
Figura 3.3: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Alto de la Luna – Víctor Lira.	56
Figura 3.4: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Otero (parque de la muela).	57
Figura 3.5: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – San Camilo.....	58
Figura 3.6: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Deán Valdivia.	59
Figura 3.7: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Mollendo.	60
Figura 3.8: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Muñoz Najar – Paucarpata.....	61
Figura 3.9: Diagrama Esquemático del Desarrollo de la Modelación del Tráfico.	67
Figura 3.10: Cuadro de VISSIM de parámetros de Simulación.....	69
Figura 3.11: Link y Conectores modelados en la Av. Jorge Chávez.....	70
Figura 3.12: Composición Vehicular en la Av. Jorge Chávez.....	73
Figura 3.13: Decisión de rutas para la zona bajo estudio.	75
Figura 3.14: Ingreso de Datos a Vissim de los ciclos del Semáforo correspondiente a la Intersección Jorge Chávez – Alto de la Luna.....	76
Figura 3.15: Validación de las Velocidades de la Clase de vehículo correspondiente a los vehículos privados.....	78

Figura 3.16: Diagrama Esquemático del Desarrollo y Evaluación del Modelo Propuesto de Tráfico.	81
Figura 3.17: Diagrama Esquemático del Modelo de Optimización Propuesto	84
Figura 3.18: Relación entre la demora en la intersección y el grado de saturación. .	85
Figura 3.19: Ubicación de los detectores en la Avenida Jorge Chávez	87
Figura 3.20: Metodología para el Desarrollo del Algoritmo de Control Accionado. ...	88
Figura 3.21: Elaboración de un controlador propio en VAP	89
Figura 3.22: Archivo *.PUA para la intersección Deán Valdivia – Jorge Chávez.....	90
Figura 3.23: Lógica de control en VISVAP	90
Figura 4.1: Comunicación entre el simulador de tráfico y el generador de estado de la señal de tráfico.	92
Figura 4.2: Histograma de la velocidad promedio (km/h) en la Av. Jorge Chávez, para la categoría: Taxi.	96
Figura 4.3: Histograma de la velocidad promedio (km/h) en la Av. Jorge Chávez, para la categoría: Autos.	97
Figura 4.4: Flujo Vehicular: Av. Jorge Chávez de 07:00 am – 07:00 pm.	100
Figura 4.5: Flujo Vehicular: Alto de la Luna – Víctor Lira de 07:00 am – 07:00 pm.	101
Figura 4.6: Flujo Vehicular: Otero (Parque de la Muela) de 07:00 am – 07:00 pm..	103
Figura 4.7: Flujo Vehicular: San Camilo de 07:00 am – 07:00 pm.	104
Figura 4.8: Flujo Vehicular: Deán Valdivia de 07:00 am – 07:00 pm.	105
Figura 4.9: Flujo Vehicular: Mollendo (entrada) de 07:00 am – 07:00 pm.	107
Figura 4.10: Flujo Vehicular: Mollendo (salida) de 07:00 am – 07:00 pm.	108
Figura 4.11: Flujo Vehicular: Muñoz Najar de 07:00 am – 07:00 pm.	109
Figura 4.12: Diagrama Resumen del Flujo Vehicular en la zona de estudio de 07:00 am – 07:00 pm.	111
Figura 4.13: Simulación del modelo base.	112
Figura 4.14: Tránsito Vehicular, según tipo de vehículo, 2008 - 2012	127
Figura 4.15: Variación porcentual del Tránsito Vehicular, 2003 - 2012	128

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1. Introducción

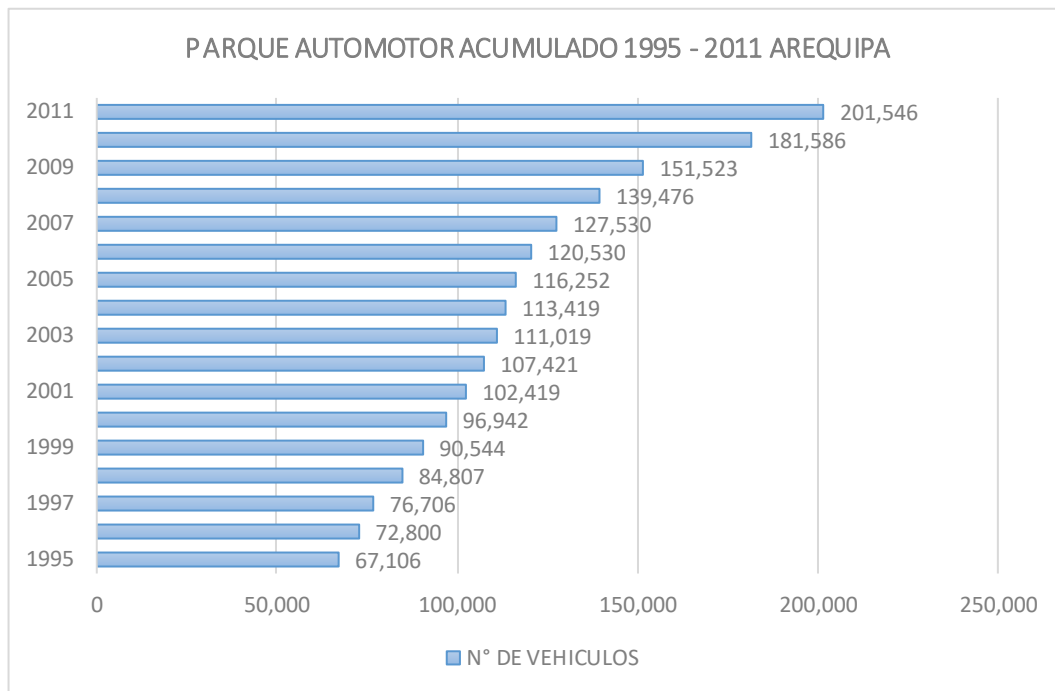
Durante los últimos años, los peruanos hemos experimentado un crecimiento económico que se ha visto reflejado en un incremento sustantivo del empleo, reducción de la pobreza y por ende, esto ha generado un incremento en el nivel de ingresos promedio de los habitantes, así como, una mejora en la calidad de vida y una mayor sensación de bienestar entre nosotros. Este proceso de desarrollo económico ha permitido una aceleración en la venta de vehículos motorizados, además de un incremento en la demanda de transporte público en las principales ciudades del Perú. Todo lo anteriormente descrito, se ve reflejado en un crecimiento pronunciado del parque automotor.

Una de las principales características del creciente desarrollo de la ciudad de Arequipa, es la congestión vehicular, que es causada por el incremento descontrolado del parque automotor. El transporte en la ciudad de Arequipa presenta características particulares en su organización como: un transporte público deficiente, tiempos de viaje elevado, congestión vehicular, alto número de accidentes de tráfico, así como, una contaminación del medio ambiente elevada. Como se puede observar en la Figura 1.1, el parque automotor de la ciudad ha ido creciendo continuamente desde el año 1995 hasta el 2011. En la Figura 1.2, se puede observar que el mayor porcentaje son los automóviles, con un 38%, seguido por las camionetas o pick ups y rurales 22%, los vehículos privados han sobresaturado las vías. Además en el año 2015, el Instituto de Estadística e Informática (INEI) indico que el flujo vehicular en la unidades de peaje se expandió un 7.2% durante el último año.

A pesar de las diferentes iniciativas tomadas, el transporte sigue siendo uno de los principales problemas de Arequipa. La demanda por movilidad y accesibilidad se ha incrementado rápidamente en nuestra sociedad durante las últimas décadas, pero la organización del transporte, es aún deficiente, afectando la movilidad de los sectores con menores recursos. Para poder mejorar las deficiencias del sistema de transporte en la ciudad de Arequipa se requerirán estrategias de inversión a mediano y largo plazo para poder gestionar de manera eficiente este sistema tan complejo. Iniciativas tomadas por parte de la Municipalidad de Arequipa, como el Plan de Desarrollo Metropolitano 2016 –

2025, intentan reducir los impactos negativos que se han generado debido al creciente volumen de tráfico y congestión permitiendo movilización y accesibilidad a toda la población.

Figura 1.1: Parque Automotor Acumulado 1995-2011



Fuente: Instituto de Estadística e Informática, INEI.

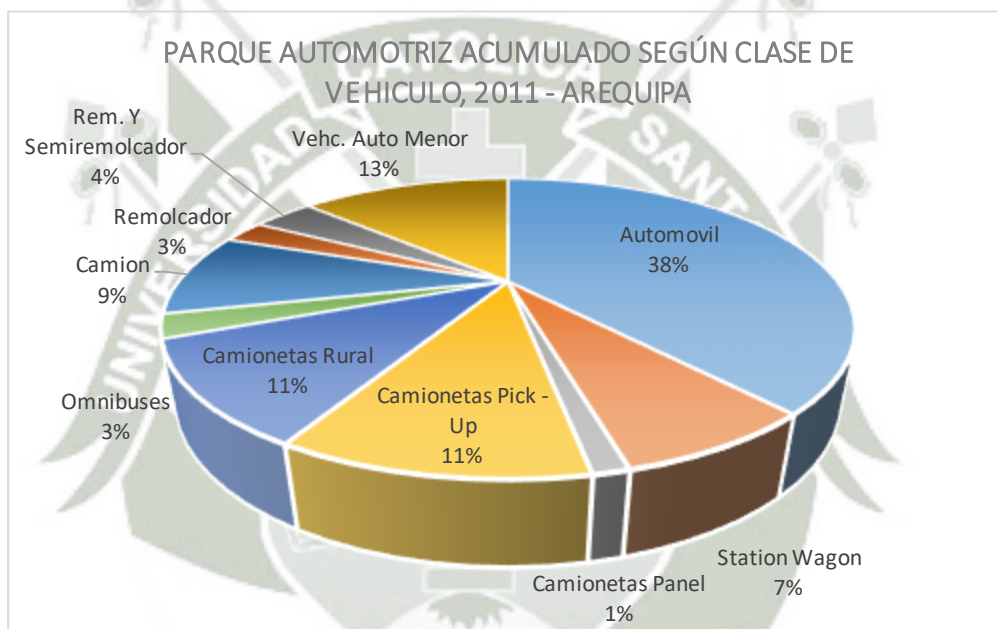
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/tecnologias-de-la-informacion-y-telecomunicaciones/>

Para asegurar la accesibilidad a la infraestructura vehicular es necesario que existan sistemas de gestión adecuados que permitan usar de forma eficiente la infraestructura vial. Una forma de alcanzar esta eficiencia es mediante la introducción de un sistema de manejo de control tráfico dinámico DMT, (Dynamic Traffic Manegement). La función principal de estos sistemas, DMT (Dynamic Traffic Manegement) es monitorear la situación actual del tráfico y tratar de optimizarla mediante la aplicación de diferentes medidas de control como: límites de velocidad variable, guía de ruta, restricción o cierre de carriles, control de rampas, control en las intersecciones o en diferentes partes de la red vial.

La congestión vehicular es considerada unos de los mayores problemas en la Av. Jorge Chávez, una de las principales vías de la Ciudad de Arequipa, pues permite el acceso y salida al centro de la ciudad. Los problemas vehiculares por los que atraviesa este avenida son el resultado del creciente

número de los medios de transporte, en especial transporte privado (taxis) y la baja calidad de servicio prestado por el transporte público en esta avenida. Adicionalmente, muchos estudios y estadísticas generadas en países en vías de desarrollo confirman que, la mayoría de los accidentes de tráfico ocurren debido a la estrechez de las vías y al desorden causado por los diferentes medios de transporte. Debido a esta problemática, la idea de un control de tráfico eficiente y en tiempo real ha atraído a diversos investigadores con el objetivo específico de crear herramientas automáticas que puedan gestionar de forma eficiente la congestión vehicular.

Figura 1.2: Composición Vehicular, Año 2011



Fuente: Instituto de Estadística e Informática, INEI.

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/tecnologias-de-la-informacion-y-telecomunicaciones/>

En la actualidad, el manejo y control de la congestión se basa en sistemas de gestión semafórica deficiente. Los semáforos operan bajo diferentes modos como: pre – programadas, accionados o alguna combinación de ambas (adaptativos). Los controles pre – programados consisten en una serie de intervalos de tiempo que tiene una duración fija. En otras palabras, estos repiten un ciclo constante pre - programado. En contraste, los controles accionados, tienen la capacidad de responder de acuerdo a la presencia de vehículos y peatones en la intersección. Los sistemas de control adaptativo, se basan en intervalos de tiempo que son extendidos o reducidos de acuerdo a los detectores

de vehículos, es decir, están basados en la densidad del flujo vehicular o demanda. Son capaces, no solo de variar la longitud de ciclo y tiempo en verde dependiendo de la demanda vehicular, sino además, puede alterar el orden y la secuencia de las fases. Los Sistemas de Control de Tráfico de Área, ATCS (Area Traffic Control Systems) pertenecen a la última generación de controles de intersecciones señalizadas. Estos controles continuamente detectan el volumen de tráfico vehicular para así, calcular los tiempos óptimos de las fases de los semáforos y basado en los volúmenes previamente detectados, estos ciclos y fases son simultáneamente implementados. Todo esto se ve reflejado en una reducción de las demoras, reducción del tiempo de viaje, así como, de la congestión vehicular. Uno de los sistemas más usados dentro de los Sistemas de Control de Tráfico de Área, ATCS es la coordinación de los semáforos a través de una ruta para que los vehículos puedan encontrarse con los semáforos en verde en cada intersección, también conocidos como Olas Verdes.

Las Olas Verdes, generalmente, tratan de maximizar el ancho de banda de la ola verde, en la cual, una serie de semáforos (usualmente más de tres) son coordinados para permitir un flujo continuo de tráfico a través de una serie de intersecciones en un dirección principal. Las Olas Verdes son bastante populares debido a su simplicidad y efectividad.

Para poder realizar la simulación de una red vial se requiere una diversa gama de estudios que van desde: la recolección de los datos, limpieza y calibración, estimación y predicción del origen/destino de los viajes, la simulación misma, inclusión de decisión de ruta, hasta comportamiento del conductor y patrones de viajes. Es así, que las simulaciones están basadas en diferentes métodos y modelos desarrollados en diferentes disciplinas como: matemáticas, comportamiento humano y dinámica de los vehículos. Para optimizar o mejorar modelos existentes o para desarrollar nuevos métodos para el manejo del tráfico, es necesario y esencial poder probar algoritmos en un ambiente estable que nos permita obtener datos básicos (ej. descripción de la red vial, mediciones del tráfico y reporte de incidentes), además provee de herramientas útiles para la estimación y evaluación de las vías. Es recomendable, que las investigaciones estén enfocadas en mejorar partes específicas de la red vial.

La presente investigación trata combinar las disciplinas básicas para aplicar estrategias de control de tráfico dinámico en la Avenida Jorge Chávez, de forma tal, que se puedan realizar aportes investigativos logrando determinar la viabilidad de los sistemas de gestión de tráfico y sus efectos en esta avenida.

1.2. Problemática

La severa congestión vehicular en la Av. Jorge Chávez debido a un ineficiente sistema de control de tráfico, excesiva demanda vehicular y la poca capacidad de gestión de la vía no permite un flujo continuo del tráfico a través de la Av. Jorge Chávez, lo que genera un mayor tiempo de viaje, congestión ambiental y sonora, molestia en los conductores de los vehículos, así como, una mayor inseguridad vial; para lo cual se propone una simulación y optimización del flujo vehicular en la Av. Jorge Chávez entre la Calle Víctor Lira y la Calle Paucarpata (como se puede observar la zona de estudio en la Figura 1.3), para reducir la problemática descrita.

Adicionalmente, y debido a los recientes cambios realizados por el Municipio de Arequipa, la Av. Jorge Chávez se ha vuelto una avenida de desfogue o salida de todos los vehículos que transitan por el centro de la ciudad de Arequipa. Lo que ha ocasionado una severa congestión vehicular que solo agudizará la congestión vehicular ya existente.

1.3. Objetivos

El objetivo principal de la presente investigación es optimizar y mejorar el flujo de tráfico en la Av. Jorge Chávez desde la Calle Víctor Lira hasta la Calle Paucarpata, permitiendo un manejo eficiente de esta avenida mediante la aplicación de un sistema de control de tráfico accionado por vehículos, en tiempo real.

A fin de alcanzar este objetivo, los siguientes objetivos secundarios deben ser formulados:

- Analizar la situación actual del tráfico en la Av. Jorge Chávez mediante un estudio de tráfico, que incluya: aforos de vehículos, estudio de la velocidad, tanto de marcha como de recorrido, etc.
- Simular el escenario base, meticulosamente calibrado y validado que servirá de base para la implementación del modelo propuesto.
- Desarrollar un modelo propuesto del sistema de control de tráfico accionado que consistirá en un algoritmo con ciclos semafóricos calculados en tiempo real de acuerdo a la demanda vehicular que permita la reducción del tiempo de viaje, menos demoras, etc.

- Comparar el modelo base con el modelo propuesta para poder inferir conclusiones y recomendaciones.

Figura 1.3: Zona de estudio en la Av. Jorge Chávez.



Fuente: Elaboración propia.

1.4. Relevancia científica

Esta investigación basada en la implementación de un Sistema de Control Accionado y la Optimización de Tráfico para la Av. Jorge Chávez, integra diferentes teorías y modelos; y pretende contribuir al desarrollo y perfeccionamiento del conocimiento colectivo, debido que se profundiza el tema de movilidad eficiente, así como, genera una metodología que puede ser utilizada para gestionar de forma eficaz el tránsito, con la finalidad de brindar apoyo a las diferentes instituciones gubernamentales para afrontar con éxito los problemas de tráfico, especialmente, la problemática de la congestión vehicular en la Av. Jorge Chávez.

Adicionalmente se espera: mejorar la severa congestión vehicular, disminuir las demoras, detenciones tiempos de viaje, consumo de combustible impactando positivamente en el medio ambiente, etc.

1.5. Metodología

Para poder alcanzar los objetivos previamente mencionados, esta investigación está fundamentada en una amplia reseña histórica y marco teórico, así como, en la simulación de dos escenarios (escenario base y escenario

propuesto) y el desarrollo de algoritmos. El diseño de esta tesis es teórico – conceptual, así mismo, está enmarcada en el método científico (observar, plantear un problema, formular una hipótesis, comprobar analíticamente, registrar datos y obtener relaciones, confirmar hipótesis y finalmente enunciar las conclusiones obtenidas).

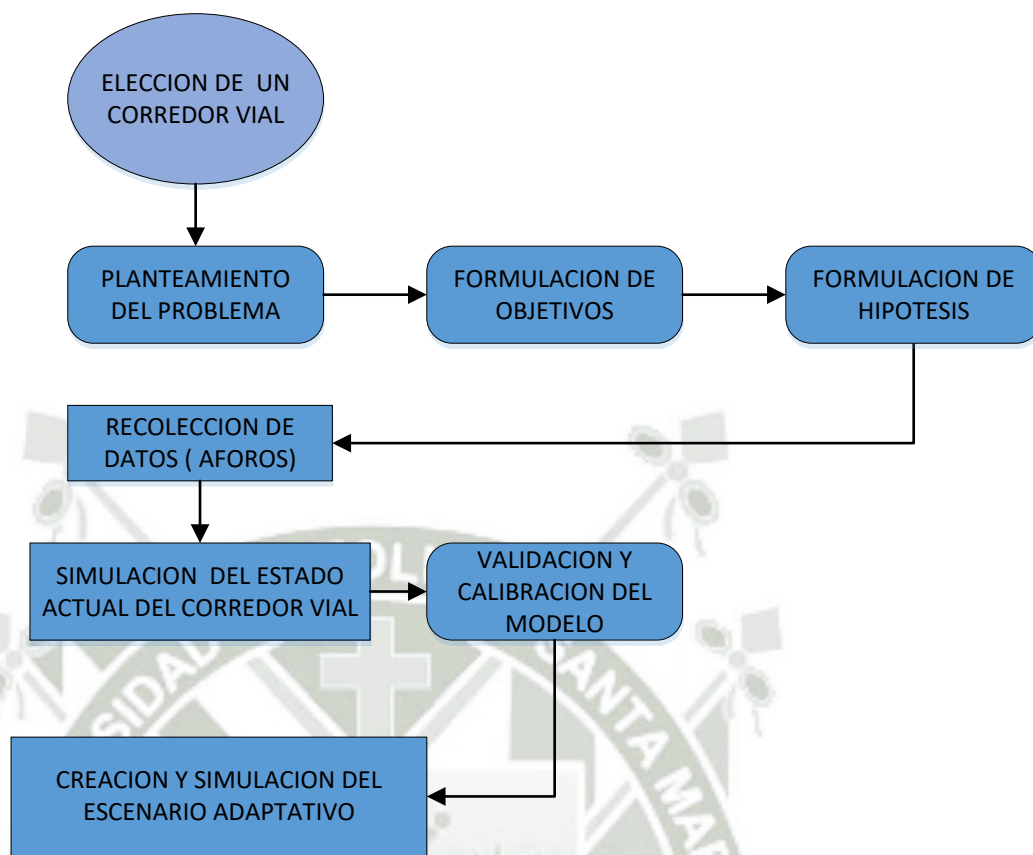
La metodología propuesta a continuación trata de un mecanismo de congestión que puede ser descrita cuantitativamente, basada en el volumen de vehículos que llegan a la intersección en cada ciclo, que nos servirá de base para la evaluación de la situación actual de la vía. Debido a que, actualmente, se cuenta sistemas de control de semáforos estáticos/fijos; estos nos permitirán recolectar los datos (aforos vehiculares) tanto para la calibración y validación de nuestro modelo, así como, una completa formulación del problema actual.

Una vez obtenidos estos aforos se plantearán diferentes estrategias de control de semáforos dinámicos, que permitan la determinación de los tiempos de verde en cada ciclo. Los parámetros del Sistema Accionados de Control y Optimización de Trafico son determinados secuencialmente ciclo por ciclo. El algoritmo usado en esta investigación fue diseñado de forma que se reduzca la congestión, mediante el control de la longitud de la cola y minimizando la demora total de la intersección. Finalmente una simulación, usando el programa VISSIM versión 7.0, permitirá comprobar la hipótesis y saber si los objetivos han sido alcanzados. En la Figura 1.4, se puede observar el diagrama de la Metodología usada en la presente investigación.

1.6. Hipótesis de Investigación

La hipótesis de investigación que se trata de comprobar es: **“La implementación de un Sistema de Control de Trafico Accionado permitirá disminuir la congestión vehicular en la Av. Jorge Chávez desde la Calle Víctor Lira hasta la Calle Paucarpata reduciendo los tiempos de viaje y las demoras de los vehículos que transitan en esta avenida”**. La hipótesis desarrollada se basa en la idea que una buena temporización en cada una de las intersecciones, desarrolladas en forma coordinada, permite un incremento de la velocidad media y una reducción en los tiempos de viaje.

Figura 1.4: Metodología de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

1.7. Limitaciones

Las limitaciones para esta investigación se presentan a continuación:

1. El aforo realizado, se vio limitado a ser tomado un solo día, debido a la falta de presupuesto, así mismo, a la poca colaboración de la personas en las zona de estudio que dificultaron la recolección de datos.
2. Límites máximos y mínimos establecidos por el tiempo de ciclo y duración de las fases.
3. Debido a la falta de presupuesto no se pudo realizar el aforo peatonal, por lo tanto todas aquellas medidas tomadas para los peatones son solo referenciales.
4. La volatilidad encontrada en los tiempos de viaje del transporte público, que depende más en el conductor que de la saturación de la vía.

La presente investigación está dividida en 5 partes: la primera parte pertenece al marco teórico, en el cual se describen los conceptos básicos para poder entender los subsiguientes capítulos. La segunda parte, se detalla la

metodología utilizada para llevar a cabo la investigación, además, se describen algunos criterios tomados en cuenta para la validación y calibración del modelo base. En la tercera parte, se presentan los diferentes análisis llevados a cabo para cada uno de los modelos, así como, una breve interpretación de los análisis y los resultados. Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.



CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Introducción

Los Sistemas de Transporte Inteligente, son una aplicación de diferentes tecnologías y estrategias de manejo y control de tráfico, que de forma integrada, proporcionan información a los usuarios, de forma tal, que la eficiencia y la seguridad se vean incrementadas en los sistemas de transporte. Estos sistemas involucran vehículos, conductores, pasajeros, operadores de vías, y gerentes; todos estos, interactúan entre ellos y con el medio ambiente, y se enlazan con complejos sistemas de infraestructura para mejorar la capacidad de los sistemas viales.

Gracias a la aplicación de los Sistemas de Transporte Inteligente se puede asegurar una mejor movilidad y seguridad que, intensificaría la conectividad global, en términos de mejora de productividad, lo cual, solo se logrará a través de la integración de tecnologías de comunicación avanzada en las diferentes infraestructuras y vehículos.

2.2. Sistemas de Transporte Inteligente ITS

En la actualidad se tiene una saturación de la infraestructura vial debido al creciente número de vehículos, esta situación afecta nuestras vidas, particularmente en las áreas urbanas, en donde, se tiene un aumento de la necesidad de las personas de moverse rápidamente a diferentes lugares. Como resultado se tiene: congestión vehicular, accidentes de tráfico, incremento en los tiempos de viajes, etc.

Diferentes soluciones han sido introducidas a fin de reducir los problemas antes mencionados y sus consecuencias. Dentro de los cuales se tiene: implementación de sistemas de seguridad como "airbags" y cinturón de seguridad, así como, la construcción de más y mejores vías y carreteras. Sin embargo, ahora es claro, que la construcción de más vías para reducir la congestión vehicular no es la solución correcta porque, no solo es menos económica sino, causa un considerable impacto en el medio ambiente, requiriendo de más espacio, espacio que es bastante limitado en las áreas urbanas. Por otro lado, se tiene que la mejora y optimización de la infraestructura vial es esencial para el desarrollo de la economía, por lo que se requiere de

soluciones que incluyan estrategias para una mejor gestión de la infraestructura vial.

Las dificultades involucradas con el tema han motivado a los investigadores a centrar su atención en el área de los Sistemas de Transporte Inteligente ITS (Intelligent Transport Systems). Al explorar las diferentes tecnologías implementadas debido al desarrollo de los Sistemas de Transporte Inteligente ITS tenemos: sistemas vía – vehículo más seguros, medio ambientes más eficientes, modernos y amigables. Mientras que los sistemas vía – vehículo más convencionales dependen únicamente de los conductores de los vehículos, los modernos sistemas vía – vehículo incorporan algunas tecnologías de sistemas inteligentes para asistir a las personas que operan estos sistemas.

Los Sistemas de Transporte Inteligente, ITS, son el resultado de una extensiva investigación de diferentes actividades repartidos en una amplia gama de áreas como: electrónica, control, comunicaciones, sensores, robótica, procesamiento de señales y sistemas de información. La naturaleza multidisciplinaria de estos sistemas aumenta con la complejidad del problema a resolver debido a que este requerirá, no solo de transferencia de conocimiento, sino de cooperación entre los diferentes campos de investigación.

Como se puede observar en el diagrama de los Sistemas de Transporte Inteligente ITS de la Figura 2.1, se tiene diferentes componentes del sistema que serán detallados en la subsiguiente sección, así como, del Sistema de Control de Tráfico Avanzado, que es tema de la presente investigación. Como referencia del presente proyecto, podemos tomar la parte de color azul del diagrama.

2.3. Principales Categorías de los Sistemas de Transporte Inteligente

Los resultados completos concernientes a las diferentes categorías son demasiado amplios para ser incluidas en esta investigación, por lo tanto, en esta sección se describirá a continuación las características globales de las 6 principales categorías:

2.3.1. Sistemas de Gestión de Tráfico Avanzado (ATMS)

Los *Sistemas de Gestión de Tráfico Avanzado (ATMS)*, son una parte fundamental de los Sistemas de Transporte Inteligente que han sido usados para mejorar la calidad del servicio del tráfico y reducir las demoras causadas por la congestión. Los ATMS operan con una serie de tecnologías como: video

y detectores de vehículos, detectores de señales de mensaje variables, temporización en rampas, etc. Los tres principales elementos de los ATMS son:

- Recolección de datos mediante el monitoreo de las condiciones de tráfico.
- Soporte de sistemas con ayuda de cámaras, sensores, semáforos y dispositivos electrónicos que ayudan al ingeniero a manejar y controlar el tráfico en tiempo real.
- Sistemas de control en tiempo real, estos sistemas usan la información proporcionada de los dos elementos anteriores para poder cambiar los ciclos de los semáforos, enviar mensajes electrónicos y controlar el acceso a la autopista.

Toda esta información es también compartida con los Sistemas de Información de Pasajeros Avanzado que se describe a continuación.

2.3.2. **Sistemas de Información de Pasajeros Avanzado (ATIS)**

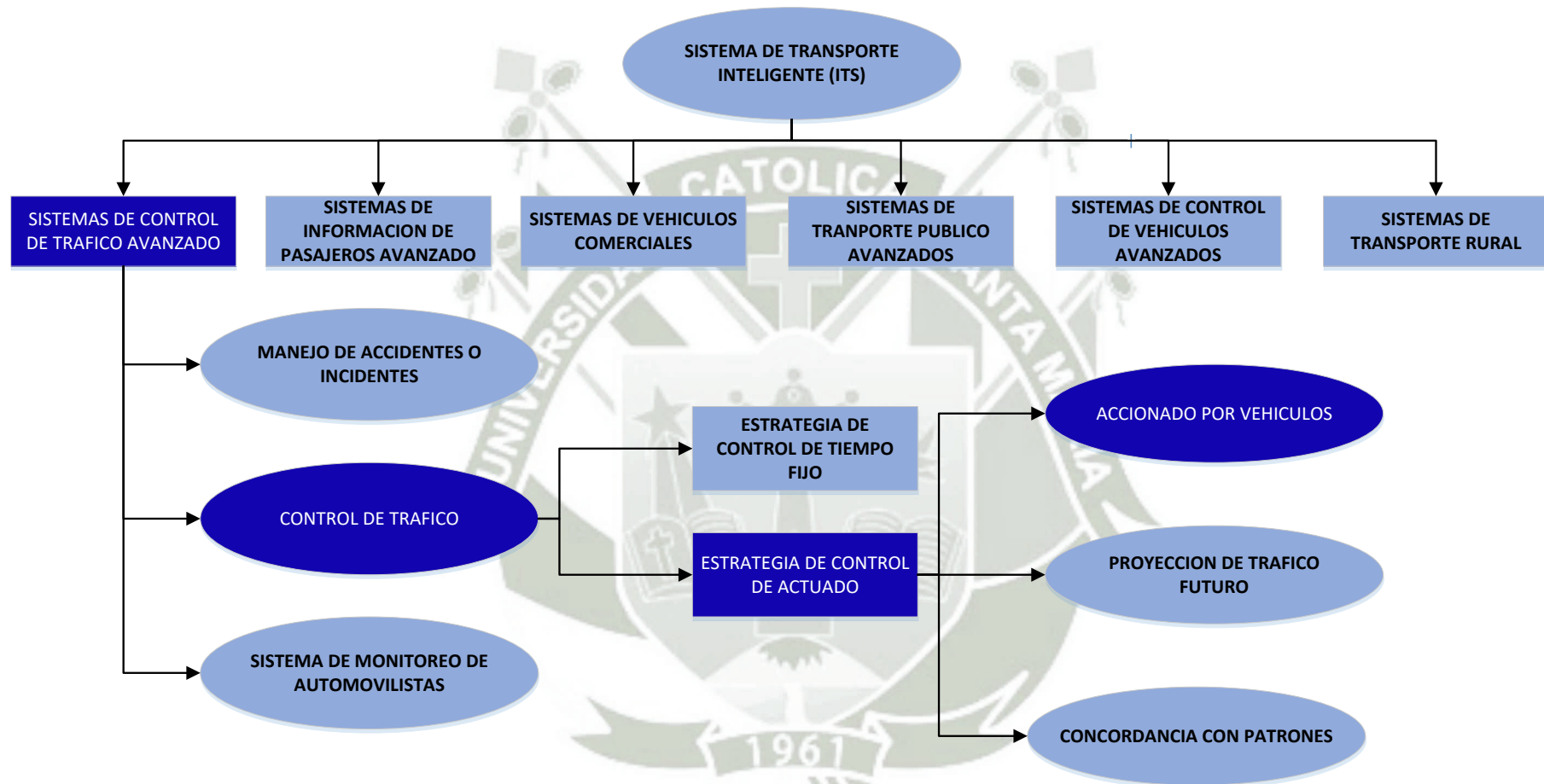
El objetivo de los *Sistemas de Información de Pasajeros Avanzado (ATIS)* como su nombre lo dice, es de suministrar información a los pasajeros acerca de los sistemas de transporte y las condiciones del tráfico, de modo que influyeran a los conductores, en consecuencia, ellos/ellas podrán tomar mejores decisiones y así hacer uso eficiente de la infraestructura vial, reduciendo la congestión vehicular, optimizando el flujo de tráfico y minimizando la contaminación ambiental.

Con este sistema los pasajeros pueden decidir desde su casa trabajo o el lugar donde se encuentren cual es la ruta más ventajosa para poder llegar a su destino, cual es el medio de transporte más favorable o cual el horario más apropiado que pueden adoptar.

Toda esta información puede ser distribuida mediante paneles electrónicos, sistemas portables conectados a Internet (que ofrecen una diversidad de información como: transporte público, rutas alternas, estaciones de gas, estacionamientos, etc.), sistemas de radio o sistemas dentro del vehículo (que proveen mapas con la información de la localización, el estado actual del tráfico, accidentes, demoras, etc.). Adicionalmente, en los sistemas más avanzados, se cuenta con la posibilidad de aconsejar al conductor sobre cuál es la ruta más ventajosa que debe tomar para llegar a su destino.



Figura 2.1: Diagrama del Sistemas de Transporte Inteligente ITS



Fuente: Elaboración propia.

2.3.3. Operación de Vehículos Comerciales (CVO)

Los Sistemas de Operación de Vehículos Comerciales (CVO), usan las diferentes tecnologías proporcionadas por los ITS para incrementar la seguridad y eficiencia de los vehículos comerciales y flotas de vehículos. Estos sistemas se volvieron muy útiles para medianas y largas empresas que tenían flotas comerciales, debido a que permitieron el manejo de todos los vehículos mediante el control de la velocidad y los tiempos de parada, además de la llegada exitosa al destino.

Más aún, estas tecnologías permitieron el incremento de la velocidad de entrega de paquetes y una reducción considerable de los costos de operación.

2.3.4. Sistemas de Transporte Público Avanzados (APTS)

Los Sistemas de Transporte Público Avanzados (APTS), hacen uso de tecnologías electrónicas para mejorar la operación y eficiencia de los servicios de transporte masivo como buses y trenes.

El uso de tecnologías proporcionadas por *ATMS* y *ATIS* mejora este sistema permitiendo a los pasajeros obtener información sobre las rutas, los horarios y los costos, además de información en tiempo real sobre los cambios en los sistemas de transporte. A través de un manejo eficiente del tráfico es aún posible adaptar las señales de tráfico de modo que se dé prioridad al transporte público.

2.3.5. Sistemas de Control de Vehículos Avanzados (AVCS)

Los Sistemas de Control de Vehículos Avanzados (AVCS), combinan sensores, computadoras y sistemas de control para asistir y alertar a los conductores o tomar parte en el manejo del vehículo. El objetivo principal de estos sistemas es el de incrementar la seguridad y reducir la congestión en las vías y autopistas, así como, de mejorar la productividad y eficiencia de los sistemas de transporte viales.

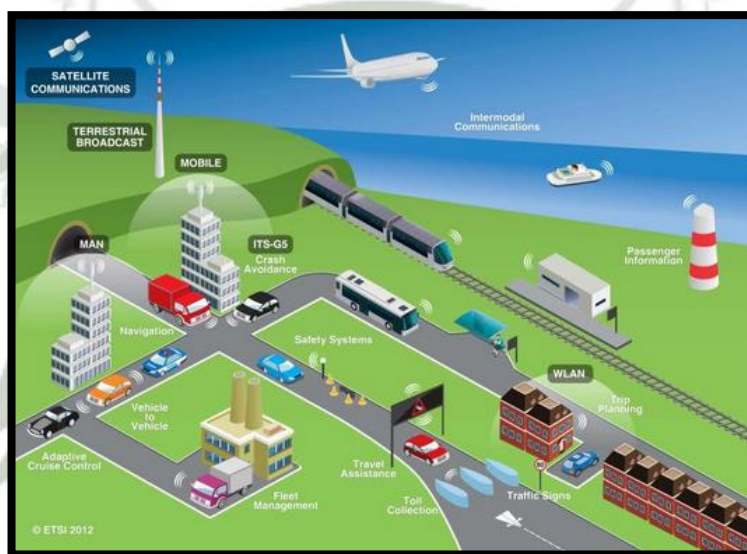
Con los sensores dentro del vehículo, los conductores pueden recibir información visual y auditiva sobre el tráfico, peligros y cualquier problema que afecte al vehículo. Por otro lado, los controles automáticos permiten reaccionar ante cualquier situación peligrosa de forma rápida y efectiva.

2.3.6. Sistema de Transporte Rural (ARTS)

Los *Sistemas de Transporte Rural (ARTS)*, esta diseñados para resolver problemas que se generen en las zonas rurales. El transporte en estas zonas tiene un conjunto de atributos especiales como son: las curvas, diferentes usuarios, rutas alternas, etc.

Como se puede observar en la Figura 2.2, la integración de los diferentes sistemas, para así, poder crear una ciudad moderna e interconectada, también denominada una ciudad inteligente.

Figura 2.2: Interconexión de los diferentes Sistemas de Transporte Inteligente ITS.



Fuente: <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/intelligent-transport>

Los beneficios de un Sistema de Transporte Inteligente (un sistema completamente conectado, rico en información, seguro, y con un impacto ambiental mínimo) son bastantes. Estos podrán ser experimentados por cada uno de nosotros, otorgando mayor habitabilidad a las comunidades y a la vida diaria.

El concepto de un transporte conectado, una vez que este ha sido desarrollado, traerá beneficios como:

- Los primeros beneficiados son los pasajeros/usuarios. Estos experimentarán mayor y mejor seguridad, una reducción de los accidentes, muertes, y costos debido a accidentes de tráfico. Los pasajeros también se beneficiarán, debido a la información multimodal y en tiempo real, de una toma de decisiones más

eficiente y ecológicamente amigable (con respecto a la toma de decisiones sobre rutas y modos tipos de transporte).

- Los organismos de gestión del transporte se beneficiaran gracias a que podrán responder de forma dinámica a las diferentes situaciones que las redes viales atravesasen, así como, evolucionarán y se expandirán a través de todos los modos de transporte. Los operadores tendrán a mano diferentes herramientas para manejar los sistemas multimodales eficientemente, ahorrando combustible y reduciendo el impacto ambiental. Por ejemplo, la información obtenida de los sistemas de vehículos conectados, provee información en tiempo – real y detallada a los centros de manejo del transporte acerca de los volúmenes de tráfico, velocidades, facilidades de estacionamiento, evolución de las condiciones del clima, etc. Esta información podrá ser utilizada para optimizar la capacidad del tránsito, los tiempos en los semáforos, límites de velocidad, impuesto dinámico de tránsito, o para mejorar la advertencias en tiempo real para los pasajeros, entre otras.
- Beneficios en la industria, a través de una nueva plataforma de mercado que se apoya en las nuevas tecnologías de los vehículos, aplicaciones, productos y servicios. Un buen plan estratégico para la implementación de los *Sistemas de Transporte Inteligente* deberá enfocarse en los nuevos mercados y asegurarse que las políticas generadas respalden el crecimiento del mercado.

En conclusión se tiene que el uso de los Sistemas Inteligentes de Transporte mejorará la seguridad, incrementará la eficiencia de los sistemas de transporte, reducirá el consumo de combustible teniendo un impacto ambiental positivo, mejorara la productividad, creara un ambiente de mercado y mejorara la movilidad.

En la presente investigación se aplica los conceptos básicos de los *Sistemas de Gestión de Tráfico Avanzado* que se describen a detalle a continuación:

2.4. Sistemas de Gestión de Trafico Avanzado (ATMS)

Los *Sistemas de Gestión de Trafico Avanzado* (ATMS) procuran reducir la congestión vehicular en áreas urbanas mediante la mejora en la eficiencia del uso de la infraestructura vial existente. Estos sistemas generalmente buscan soluciones para los problemas de congestión a través del desarrollo y el uso de la comunicación y las tecnologías de procesamiento de datos.

Los ATMS, usualmente, pretenden tomar ventaja de la información que puede ser proporcionada por los sensores de tráfico. Típicamente, estos sistemas usan la información disponible para desarrollar estrategias de control de tráfico óptimas que puedan dirigir las necesidades del tráfico en cada intersección, a través de un corredor, en un determinado área. Soluciones en tiempo – real son capaces de, automáticamente, acomodar o ajustar los cambios en las condiciones del tráfico. Además, estos sistemas, frecuentemente se basan en mensajes variables u otro tipo de información para poder así, proveer información relevante acerca del tráfico y recomendaciones a los pasajeros/usuarios.

Los métodos empleados por los ATMS para controlar el tráfico son numerosos e incluyen: semáforos inteligentes, carriles reversibles, control de rampas, monitoreo de vehículos de emergencia, advertencia de daños dentro del vehículo, señales de tránsito dentro del vehículo, etc.

Dentro de las tareas realizadas por ATMS incluyen:

- Predecir los modelos de flujo de tráfico.
- Monitorear de la congestión vehicular.
- Coordinar los semáforos en las intersecciones.
- Controlar las rampas de las autopistas.
- Monitorear y controlar los accesos.
- Ejecutar electrónicamente las regulaciones de tráfico.
- Gestionar los carriles reversibles y reservados.

Los ATMS utilizan tres componentes básicos para mantener un flujo eficiente en las vías:

- Control de Tráfico.
- Manejo de Accidentes o Incidentes.
- Sistemas de Monitoreo de Automovilistas.

Estos subsistemas deben trabajar en cierto orden para poder mantener el balance del flujo del tráfico. Por ejemplo, el plan de control de tráfico es de poco valor si este no puede responder a los accidentes u otros incidentes y notificar a los automovilistas para que pueda evitar el área en problema.

Actualmente, estos sistemas están siendo desarrollados, sin embargo, muchos países ya han desarrollado e implementados los componentes básicos

para el manejo de sus sistemas de tráfico. Los algoritmos de control de tráfico están más allá de la simple planificación diaria de los semáforos, ahora, tienen capacidades de control que se adaptan en tiempo real a las condiciones de los sistemas. Algunos algoritmos de control como SCOOT y TranSyt son usados para minimizar la suma del promedio de las colas, examinar el número de veces que los vehículos deben parar y determinar los efectos adversos que se generaran en la sección controlada. El sistema de control SCOOT requiere parámetros de inicio, para así, asegurar que el modelo refleje las observaciones tomadas en campo. Estos modelos nos ayudan a establecer un control efectivo, sin embargo, es necesario una re-calibración periódica para asegurar la funcionalidad del sistema. SCOOT es usado actualmente en países como China e Inglaterra.

El *Sistema de Tráfico Adaptativo Controlado* SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System), desarrollado en Australia pero implementado en Hong Kong y Singapur, es uno de los sistemas más avanzados en el mundo. Este programa usa computadoras locales para recolectar la información en tiempo – real del tráfico que luego será transmitida a una computadora central regional. Después, esta computadora central, selecciona un esquema de plan de ciclos de semáforo basado en la información recolectada anteriormente. Sin embargo, los parámetros que son usados son ajustados dinámicamente por la computadora central, basados en tiempo – real, para así poder retroalimentar la computadora local obteniendo flujos de tráfico optimizados.

Las dos tareas más importantes de un sistema de manejo de incidentes son: detección y notificación. Los incidentes de tráfico son usualmente reportados por automovilistas. Sin embargo en los ATMS la detección y respuesta son automáticas. Señales con mensajes variables son, comúnmente, la forma utilizada para informar a los automovilistas. Sin embargo, sistemas más elaborados están siendo probados y desarrollados. Por ejemplo, el Sistema de Comunicación de Automóviles Japonés y el Sistema Avanzado de Comunicación e Información de Tráfico son sistemas de información dentro del vehículo. Estos dos sistemas utilizan mapas digitales, así como, ondas microonda y enlaces celulares a los centros locales de tráfico, para así, informar los problemas y las rutas alternas a los conductores mediante los monitores localizados dentro del vehículo.

Los *Sistemas Avanzados de Control de Tráfico* tienen seis características básicas que los diferencian de cualquier otro sistema usado para el manejo y gestión del tráfico:

- Trabajan en tiempo real.
- Responden a cambios en el flujo de tráfico, en realidad, los *ATMS* están un paso adelante al predecir donde va a ocurrir la congestión, basado en la información obtenida de los estudios de origen y destino.
- Incluyen sistemas de vigilancia y detección.
- Integran diferentes funciones de gestión como: información de transporte, manejo de demanda, control de rampas, y control de los semáforos en arterias principales.
- Implican colaboración activa de parte de las agencias que manejan el transporte y las jurisdicciones involucradas.
- Incluyen una estrategia de respuesta inmediata frente a los incidentes.

Para poder implementar los *ATMS*, un monitoreo del tráfico en tiempo real y capacidades de manejo de datos deben ser desarrollados, incluyendo tecnología avanzada de detección, como sistemas de proceso de imágenes, técnicas de identificación y localización de vehículos. Nuevos modelos de tráfico están siendo creados, incluyendo modelos de tráfico en tiempo real dinámicos, modelos de simulación de tráfico en tiempo real, y técnicas de optimización.

2.5. Control de Trafico

La implementación de estrategias de control sobre intersecciones semaforizadas permitirá no solo un uso más eficiente de la capacidad vial, sino también mejorara la velocidad en las vías, reduciendo los tiempos de viaje y la congestión.

Existen dos estrategias de control de tráfico: (1) estrategias de tiempo fijo o también conocido como control en lazo abierto que ocurre cuando el tipo de control implementado es independiente de las condiciones del tráfico en cada momento, y (2) estrategias sensibles al tráfico o también conocidas como control en lazo cerrado, que ocurren cuando el algoritmo de control mide de alguna manera el estado del tráfico en cada momento y esta información es utilizada

para sincronizar las señales de control en tiempo real. Dependiendo de la iteración, las estrategias pueden clasificarse como aisladas o coordinadas¹.

2.5.1. Estrategias de Control de Tiempo Fijo

Las estrategias de control de tiempo fijo requieren de controladores de semáforos con suficiente capacidad para recibir y administrar las instrucciones de los planes preestablecidos, como registros históricos de flujo, que son adaptados para periodos de tiempo largo (hora pico, hora valle, etc.); en donde, se asumen constantes durante todo el periodo, siendo recomendable implementar tantos planes como periodos de operación relevantes puedan detectarse.

La mayoría de las estrategias de tiempo fijo son establecidas en base a una semana de conteo, la cual, es considerada una semana de tráfico típico, que es alternada entre los diferentes planes de las señales de tránsito. Dependiendo de la hora y el día de la semana, este plan se va alternando, sin embargo, no existe una interacción entre el tráfico real y la sincronización de los semáforos.

a) *Esquema de Progresión*

Un esquema de progresión es una forma sencilla de coordinar señales a lo largo de una vía arterial, es común en zonas urbanas. Las señales pueden ser definidas de forma manual para que se ejecuten de una manera constante y sincrónica. Es el concepto más importante que se maneja en la operación pre-definida que se describirá a continuación. Hay 3 tipos diferentes de esquemas de progresión:

i. Simultáneos:

Bajo un esquema de progresión simultánea, todas las señales de tránsito a lo largo de una ruta se ponen en verde al mismo tiempo. Todo el tráfico se mueve y se detiene tiempo después en la intersección más cercana para permitir que el tráfico que cruza también se pueda mover. Este esquema de progresión se utiliza en zonas centrales donde las intersecciones se ubican a 500 o 700 metros una de la otra y uniformemente espaciada.

¹ Ñañez y Quijano, 2008

ii. Alternados:

Para un avance alternado hay un ciclo de cambio de luces de tiempos iguales, estas mostrarán indicaciones de manera opuesta en las vías cuyos sentidos son opuestos. Este tipo de progresión está asociada con vías que tienen intersecciones separadas siempre por la misma distancia, el espaciado ideal entre intersecciones debe ser de 2 a 3 km.

iii. Limitado o simple:

Este esquema de progresión emplea un ciclo de cambio de luces relacionado con los espacios en Km entre intersecciones, eso pasa cuando la distancia entre intersecciones no es uniforme por lo tanto puede existir una intersección cuyo tiempo de verde sea mayor, este esquema de progresión se aplica bajo su condición natural de distancia entre señales y cuando el tráfico es constante a lo largo del día.

iv. Flexible:

La progresión flexible es idéntica a la progresión simple solo que cuando la situación de tráfico varía, la longitud del ciclo de semafORIZACIÓN cambia para reflejar los cambios en el tráfico. Como en la progresión simple, se utilizan diferentes tiempos de desfase entre cada una de las intersecciones.²

2.5.2. Estrategias de Control de Tiempo Actuado

Un controlador opera las señales de tránsito basándose en las demandas que se presentan de acuerdo con el comportamiento de los vehículos. Hay varios tipos de control actuado o asistido, pero su capacidad primordial es la de ajustar los tiempos de luz verde o roja de acuerdo con las necesidades del flujo de tráfico. Si no hay vehículos en la vía el controlador puede ignorar ese sector, los tiempos de verde para cada uno de los semáforos varían dependiendo de la longitud de las vías y la cantidad de vehículos³.

En este modo, las señales reciben sus órdenes y sus entradas desde medios que reflejan la situación en tiempo real del tráfico, con esa información busca

² U. of California at Berkeley, "Center for innovative transportation at the university of California at Berkeley and Caltrans," 2011.

³ U. of California at Berkeley, "Center for innovative transportation at the university of California at Berkeley and Caltrans," 2011.

un plan de tiempos más o menos acorde a la situación desde una base de datos interna. Una o muchas señales de tránsito pueden ser controladas en este modo. Existen diferentes tipos de sistemas de control de tráfico bajo esta estrategia los cuales son:

a) *Accionado por vehículos*

Utiliza información acerca de la presencia de vehículos mediante detectores, modifica la actuación del semáforo basándose en el comportamiento de los vehículos, este método direcciona el tráfico actual, por lo tanto no necesita de proyecciones para funcionar.

b) *Proyección de tráfico futuro*

El sistema de control utiliza la información de volumen de tráfico obtenida por los detectores de presencia y proyecta condiciones futuras.

c) *Concordancia con patrones*

El volumen de tráfico y el porcentaje de ocupación de las vías son suavizados y comparados con perfiles de comportamiento en memoria. Esto habilita la identificación de un perfil existente y el plan de señalización pertinente para ejecutar.

En la presente investigación se utilizó un *Sistema de Control de Tráfico Actuado*, Accionado por vehículos, que será, brevemente, descrita a continuación:

2.5.3. Estrategias de Control Accionado

Como se mencionó antes, estos sistemas requieren de la acción de uno o más vehículos cerca de la intersección para poder activar ciertas fases o ciclos del semáforo. Estos sistemas son implementados conjuntamente con detectores de vehículos y una lógica de control necesaria para responder a las demandas de flujo vehicular.

Las estrategias de control accionado utilizan información de las demandas vehiculares actuales y las operaciones obtenidas de los detectores para poder alterar uno o más aspectos del ciclo del semáforo. Los Controles Accionados son programados para acomodar:

- Secuencias variables de fases.
- Tiempos verde variables para cada fase.
- Longitud de ciclos variables, causados por los tiempos verdes variables.

Esta variabilidad permite a los ciclos localizar los tiempos verdes basados en las demandas de flujo vehicular y las operaciones en la intersección.

a) *Ventajas de los Sistemas de Control de Tráfico Accionados*

Las diferentes ventajas de estos sistemas son mencionados a continuación:

- Reducen la demora promedio.
- Se pueden adaptar a fluctuaciones en el flujo de tráfico a corto plazo.
- Usualmente, incrementan la capacidad de la vía (mediante la continua reasignación del tiempo verde)
- Provee operación continua bajo condiciones de volumen bajo.

b) *Desventajas de los Sistemas de Control de Tráfico Accionados*

Las desventajas principales son las siguientes:

- Si el patrón de demanda vehicular es bastante irregular, los beneficios extra de estos sistemas son mínimos, en algunos casos, casi inexistente.
- Los costos de instalación e implementación es de 2 a 3 veces más que los costos de instalación de un sistema de tiempo fijo.
- Los controles de estos sistemas son mucho más complicados que los tiempo fijo por lo que los costos de mantenimientos también se incrementan.
- Requieren una minuciosa inspección y mantenimiento para asegurar su operación.

c) *Características de los Sistemas de Control de Tráfico Accionados*

Independientemente del tipo de control, la mayoría de los controles de tráfico accionado tiene las mismas funciones básicas, sin embargo, la metodología aplicada para su implementación puede variar por tipo. Para cada fase accionada, las siguientes características deben ser incluidas en los controles:

i. Tiempo Verde Mínimo

Cada fase accionada tiene un tiempo verde mínimo, que se puede definir como el tiempo de verde más pequeño que se puede dar a una fase cuando esta es iniciada. Además, este permite darle un tiempo mínimo para que los peatones puedan cruzar en la fase opuesta.

ii. Unidad de Extensión

Este tiempo sirve para tres diferentes propósitos:

- Representa el máximo tiempo entre el accionamiento de un solo detector que se requerirá para extender el tiempo verde.
- Es el tiempo añadido a la fase verde cuando se detecta demanda adicional.
- Permite que haya una longitud de ciclo suficiente para que el vehículo pueda ir del detector a la línea de parada.

iii. Tiempo Verde Máximo

Cada fase tiene un tiempo de verde máximo que limita la longitud de esta fase, incluso si es que hay aun demanda, o se han detectado vehículos.

iv. Llamadas de Cambio

Cada fase accionada tiene una llamada de cambio. Estos determinan que es lo que pasara cuando no haya demanda que servir. Normalmente estas llamadas pueden ser apagadas o localizadas en ciertas posiciones. Por ejemplo, cuando no hay demanda presente el tiempo verde retorna a la fase cuando la llamada de cambio es prendida. Si no hay llamada de cambio el tiempo verde se extiende y una fase continúa y se mueve a la siguiente hasta la expiración del tiempo verde mínimo.

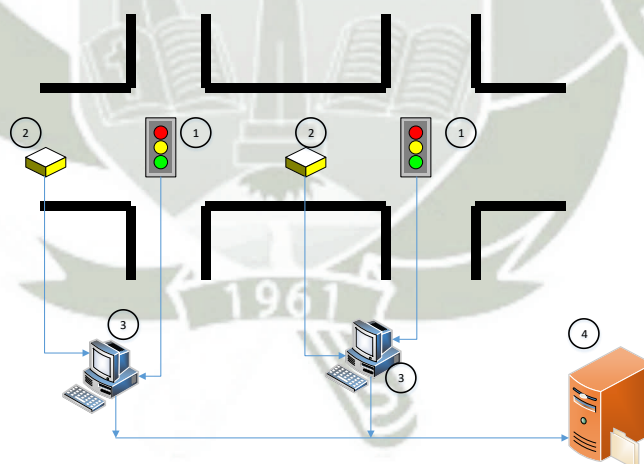
2.6. Componentes de los Controladores del Sistema de Trafico Accionado

Dependiendo de la infraestructura existente, un *Sistema de Control de Tráfico Accionado* consiste en un número grande de diferentes componentes. Como se puede observar en la Figura 2.3, los principales componentes de un

sistema son: (1) Semáforos, (2) detectores de vehículos, (3) controladores locales, y (4) centros de control de tráfico

- Semáforos: es la única parte de todo el sistema, que el usuario, llega a ver. Estos ayudan a regular el tráfico de manera ordenada.
- Detectores de Vehículos: usualmente son usados en forma de bucles de inducción colocados debajo de la superficie del pavimento, sirven para registrar la demanda de tráfico. Cada vez que un vehículo pasa a través de este el bucle genera un impulso que es transmitido a los controladores locales.
- Controladores locales: operan los sistemas de acuerdo a la configuración definida por los ingenieros de tráfico y la información proveniente de los detectores de vehículos. Los controladores locales implementan los horarios de los ciclos de los semáforos y las estrategias descritas más adelante.
- Centros de Control de Tráfico: son los responsables de recolectar los datos operacionales de los controladores locales, actúa monitoreando el sistema, sincronizándolo, así como, permite la alteración de los parámetros y estrategias.

Figura 2.3: Componentes de los Controladores del Sistema



Fuente: Elaboración propia.

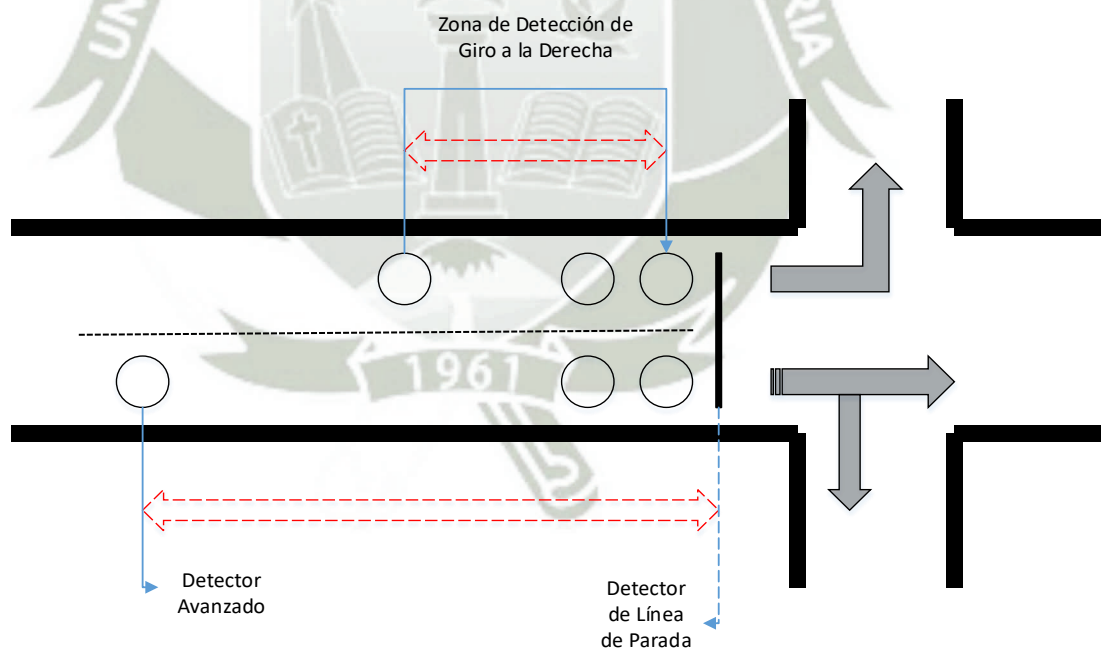
2.7. Detectores de Vehículos

Se tiene una gran variedad de tecnologías de detección de vehículos. A continuación, se describen algunas ventajas y desventajas, así como, una pequeña introducción de estas tecnologías.

Los detectores de vehículos sirven para cumplir con las estrategias de control de forma eficiente y segura. Por una parte, estos identifican la presencia de un vehículo en la fase activa. En consecuencia, ayudan a evitar situaciones como cuando los conductores están en la zona indecisa mientras el semáforo se torna amarillo, y asegura la terminación de una fase segura para movimientos a grandes velocidades. Por otro lado, los detectores proporcionan la información necesaria para servir las colas de vehículos en las líneas de paradas y para aquellos vehículos corriente arriba, los detectores, ayudaran a identificar las brechas o espacios vacíos en el flujo de tráfico, en los cuales los ciclos o fases pueden ser terminados.

Dependiendo del propósito de los detectores de vehículos, tecnología, velocidad de acercamiento a la intersección, estos son colocados en la línea de parada o corriente arriba, como se puede observar en la Figura 2.4. El detector de la línea de parada es usado para limpiar las colas y los diferentes detectores corrientes arriba son usados para terminar las fases de forma segura.

Figura 2.4: Detectores múltiples a través de la arteria. El número de detectores son: avanzados, giro a la derecha y de línea de parada.



Fuente: Elaboración propia.

Una de las tecnologías más usadas de detección de vehículos son los bucles de inducción. Un bucle conductor de electricidad aislado con permanente circulación de energía, se localiza debajo de la superficie del pavimento.

Cuando un vehículo metálico pasa cerca de su lazo de alambre, la inductancia del alambre cambia y el control de tráfico empieza a registrar el vehículo. Además de los detectores estándares, otras alternativas han sido probadas y evaluadas como: cámaras de video, ondas microondas, etc. Pero hasta ahora, no han encontrado una amplia aceptación.

Los detectores de bucle pueden operar en uno o dos modos: pulso o presencia. En el modo pulso, el detector envía una señal "on", de 0.1 o 0.15 segundos de duración, indicando el paso del vehículo (punto de detección). En el modo presencia, la ocupación del vehículo es medida, el detector empieza a contabilizar el vehículo cuando el vehículo entra y termina cuando el vehículo sale de la zona de detección.

Los detectores de modo de pulso son capaces de contabilizar solo los vehículos que se acercan a la intersección, mientras que los vehículos en modo presencia, pueden también, proporcionar información sobre la velocidad con la cual se acerca el vehículo. Sin embargo, la estimación de la velocidad usando solo un bucle tiene que ser basada en la suposición del promedio de la longitud de los vehículos, lo que tiende a ser poco fiable. Para el cálculo de la velocidad, la información proporcionada por una secuencia de bucles debe ser usada.

2.8. Modelación del flujo vehicular

Para poder estudiar el movimiento de los vehículos a través de las redes viales, debemos tener en cuenta diferentes perspectivas, así como, diferentes escalas. Cada escala nos dará una descripción diferente de los modelos, por ejemplo, cuando analizamos el movimiento vehicular a gran escala, se observara, no solo el movimiento de cada vehículo individual sino del movimiento global del flujo de tráfico.

2.8.1. Programas para modelar el tráfico

Hay una gran variedad de paquetes de programas disponibles para los ingenieros de tráfico. Estos paquetes varían en la habilidad de modelar, con diferentes grados de presión, diferentes situaciones de tráfico y comportamientos de conductores. Consecuentemente, es necesario usar una combinación de dos o más paquetes para tener un esquema completo de diseño y evaluación.

Los programas de modelación más comunes de diseño y optimización de señales de tráfico en intersecciones son: LinSig, OSCADY PRO, TRANSYT.

Estos paquetes determinísticos utilizan y aplican algoritmos empíricos basados en datos recolectados por varios años.

Las herramientas más usadas en la simulación no pueden optimizar, de por sí solas, los ciclos de los semáforos pero tienen una mejor capacidad para examinar complejos y congestionados escenarios de tráfico, como los que se ha encontrado en la Av. Jorge Chávez. Los programas de micro simulación estocástica tienen la habilidad de modelar vehículos individuales en la red vial, además, pueden proporcionar las relaciones detalladas de las complejas relaciones espaciales que influyen el comportamiento de conductor.

a) Modelos determinísticos para el control de tráfico

Los paquetes de programas "offline", son comúnmente usados para calcular los ciclos optimizados de los semáforos para las intersecciones o redes viales. Estos modelos determinísticos utilizan algoritmos empíricos para calcular los ajustes óptimos, basados en datos de entrada fijos. Los datos de entrada del modelo varían dependiendo del tipo de programa, pero sirven para representar abstractamente la red de tráfico y sus condiciones fundamentales, como por ejemplo: los detalles geométricos, flujos de tráfico, etc.

Un modelo es aplicable a una escala espacial, que es determinada por los límites del esquema propuesto. La elección apropiada de un modelo determinístico es, por lo tanto, dictaminada por las necesidades del modelo, ya sea para una intersección aislada/individual o una serie de intersecciones vinculadas; o si las intersecciones serán semaforizadas u operaran bajo prioridades de vehículos.

i. Intersecciones Aisladas Semaforizadas

Las herramientas más usadas para el diseño y modelamiento de intersecciones aisladas son: LinSig y OSCADY PRO, que pueden ser usadas para evaluar rápidamente cual será el método usado para el control de la intersección. Modelos básicos se pueden construir con un mínimo de datos, haciendo de estas herramientas las más adecuadas para los diseños preliminares.

ii. Intersecciones Aisladas No Semaforzadas

El control de intersecciones no semaforizadas es una forma de control muy común donde un movimiento menor se junta a un movimiento mayor en la intersección. El tráfico en el movimiento menor da prioridad o cede el paso al de movimiento mayor mediante el uso de señales o marcas en la calzada. Los vehículos en el movimiento menor son obligados a parar en conformidad con las regulaciones de tráfico actuales. Tanto la visibilidad como la geometría de la intersección influyen el flujo en el movimiento menor dando prioridad al otro movimiento. Esquemas que influyen intersecciones no semaforizadas son adecuadas para ser modeladas con los programas desarrollados por TRL como PICADY y ARCADY.

iii. Redes viales

En áreas urbanas congestionadas es necesario la coordinación de los movimientos de tráfico para poder generar una funcionalidad constante y fiable. El control eficiente de vehículos en las redes viales es usualmente promovido a través del uso de diferentes configuraciones de tráfico. La estrategia de control más eficiente para un área será definida por los diferentes factores y parámetros. La configuración óptima para un control de intersecciones coordinado varía dependiendo de la hora y del día de la semana y es por esta razón, que son usualmente derivados de los modelos determinísticos de redes viales. El enfoque empírico aproxima la funcionalidad de la red vial basado en variables fijas y por lo tanto, puede proveer a los ingenieros los recursos para controlar la congestión urbana mediante la minimización de los retrasos/demoras de vehículos. Hay por paquetes principales usados para la optimización y evaluación del diseño de las redes viales: TRANSYT y LinSig.

b) Modelos de Micro Simulación para la simulación de tráfico

Los programas de micro-simulación son capaces de modelar los movimientos individuales de los vehículos que viajan a través de las redes viales. Estos programas permiten realizar representaciones realísticas del comportamiento de los conductores como: cambio de carril o adelantamiento. En este caso, estos programas difieren de los descritos

en la sección anterior que usan representaciones agregadas del tráfico en el cual todos los vehículos exhiben un comportamiento uniforme.

Debido a que estos programas de micro-simulación son capaces de generar gráficos que animan vehículos individuales pueden ofrecer una excelente asistencia cuando se trate de representar fenómenos complejos de tráfico a audiencias que no sean expertas en el tema.

Estos programas son útiles cuando se debe modelar condiciones de tráfico severo, en donde, la red vial sufre una pésima funcionabilidad debido al exceso en las colas de las intersecciones contiguas, como es el caso de la Av. Jorge Chávez. En redes viales en donde se espera una congestión vehicular significativa, los modelos de micro simulación probablemente estarán acompañadas de un modelo empírico.

Uno de los modelos de micro simulación más usados en el mundo es VISSIM y AIMSUN.

El programa utilizado en la presente investigación es VISSIM, versión 7.0. La licencia fue otorgada gratuitamente por la misma compañía que lo desarrollo.

2.9. VISSIM

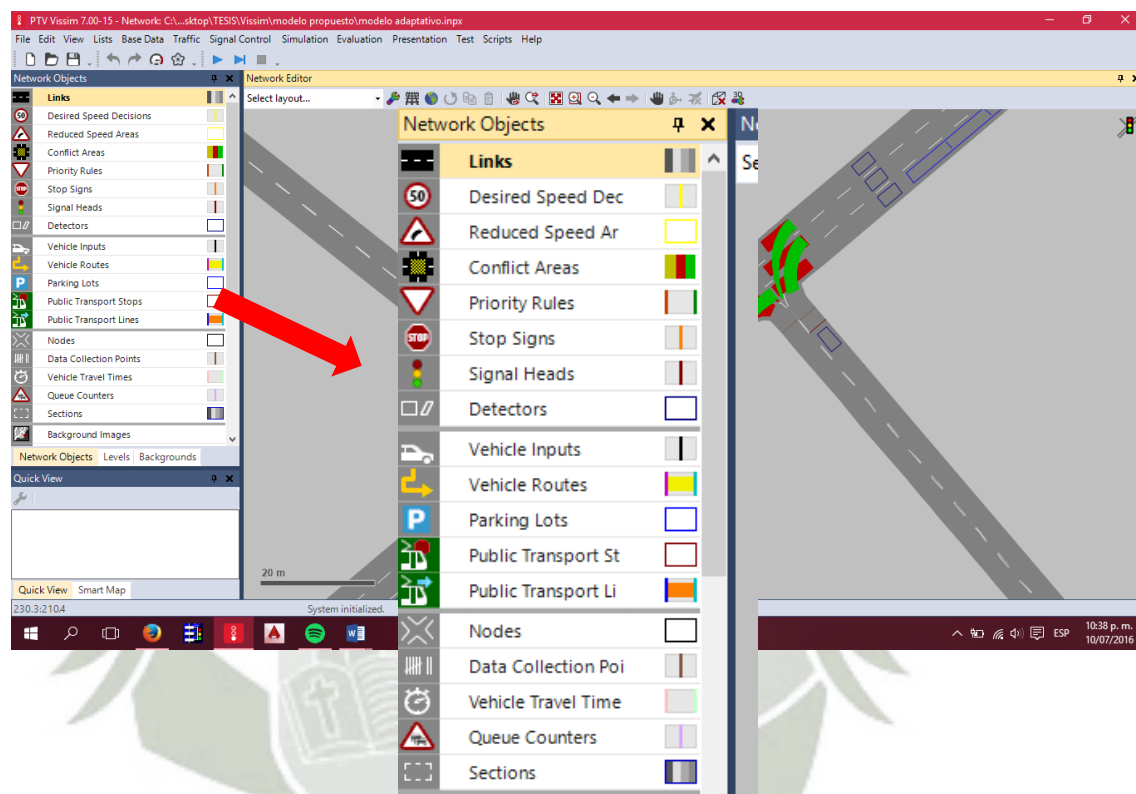
VISSIM, desarrollado por PTV AG, modela, específicamente, tráfico en áreas urbanas. Los vehículos son controlados por parámetros psicofísico definidos en los modelos de tráfico. Los parámetros que controlan el comportamiento de los vehículos fueron verificados y calibrados, por PTV, en una investigación realizada en la Universidad de Karlsruhe. VISSIM permite implementar flujos de tráfico complejos, formas dinámicas de control de tráfico, replicar equipos de diferentes fabricantes, y puede simular características de peatones de acuerdo a modelos dedicados a las fuerzas sociales del comportamiento. VISSIM es un simulador de múltiples fines con un rango variado de aplicaciones.

El modelamiento de vehículos individuales ha permitido que VISSIM se convierta en un apoderado de los escenarios del mundo real. Es por esta razón que el software, VISSIM, versión 7.0 ha sido utilizado en la presente investigación. Además, este software fue seleccionado debido, principalmente, a que su metodología de trabajo está diseñada con base a los requerimientos del Highway Capacity Manual (HCM), el cual también es el documento técnico base para el diseño y análisis de intersecciones aceptado y recomendado

mundialmente. Su selección también fue determinada por su disponibilidad completamente gratuita por medio de una licencia de 12 meses de duración y soporte técnico.

Como se puede observar en la Figura 2.5 se tiene la plataforma del software VISSIM que nos permitió la simulación de la Av. Jorge Chávez.

Figura 2.5: Programa VISSIM. PTV.



Fuente: Elaboración propia. Plataforma Vissim. PTV.

Uno de las principales modelos con los que trabaja este software es descrito a continuación:

2.9.1. Modelo del seguimiento de carro (Car - following)

Los modelos de simulación de tráfico consideran vehículos individuales, sus interacciones con otros vehículos y la red vial. Los modelos son, usualmente, contruidos en base a sub-modelos que controlan tareas específicas en el proceso de simulación. El modelo seguimiento de carro (Car - following) es uno de los más importantes y más usados sub-modelos.

El modelo estocásticos usado por el programa Vissim, el cual es aplicado en la presente investigación, se basa en el modelo descrito

anteriormente, que aplica el modelo de Widemann 74 (modelo que es ampliamente usado para tránsito urbano) que se puede observar en la Figura 2.6. Se aconseja el uso de este tipo de modelo para el caso de autopistas (tránsito interurbano).

Un modelo de simulación de tráfico depende principalmente de la calidad del modelo del vehículo, por ejemplo, la metodología del movimiento de los vehículos a través de la red vial. En contraste con otros modelos menos complejos que usan velocidades de vehículos constantes y lógicas determinísticas de seguimiento de carros, Vissim utiliza el modelo desarrollado por Wiedemann (1974) que está basado en un comportamiento psicofísico de conductor.⁴

Básicamente el concepto de este modelo es que el conductor de un vehículo en movimiento acelerado empieza a desacelerar tan pronto como este alcance un límite de una percepción individual de un vehículo en movimiento más lento. Debido a que este conductor no puede determinar, exactamente, la velocidad de este vehículo, su velocidad caerá por debajo de la velocidad de ese vehículo hasta que empieza a acelerar ligeramente de nuevo después de haber alcanzado otra percepción. Esto resulta en un proceso iterativo de aceleración y deceleración.

Los umbrales de distribuciones estocásticas de velocidad y espacio replican las características individuales del comportamiento del conductor.

El simulador de tráfico de Vissim no solo permite a los conductores de diferentes carriles en las vías de tránsito reaccionar ante los vehículos que lo preceden (por defecto un vehículo reaccionará a 4 vehículos predecesores), pero también, reaccionará a vehículos vecinos en carriles adyacentes. Además, cuando se acerca a las señales de tráfico o semáforos se activará una alerta para los conductores a una distancia de 100 metros de la línea de parada.

Vissim simula el flujo de tráfico mediante el movimiento de "conductores – vehículos - unidades" a través de la red vial. Cada conductor con unas características de comportamiento específicas es asignado un vehículo específico. Como consecuencia, el comportamiento al momento de conducir corresponde a las habilidades

⁴ Manual de Vissim. PTV Traffic Mobility Logistics. Año 2011

técnicas de su vehículo. Las cualidades que caracterizan cada vehículo pueden ser segregadas en tres categorías:

a) *Especificaciones técnicas del vehículo*

- Longitud.
- Velocidad máxima.
- Potencial de aceleración.
- Posición actual en la red.
- Velocidad real y aceleración.

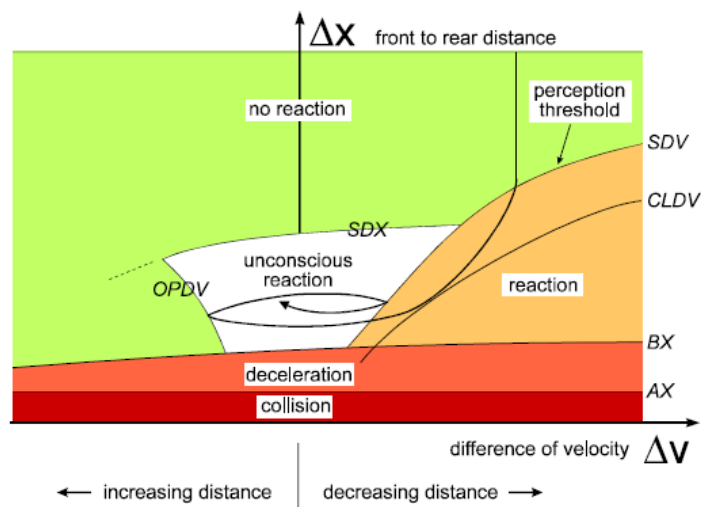
b) *Comportamiento de "conductores – vehículos - unidades"*

- Umbrales de sensibilidad psicofísicos del conductor (como las habilidades para hacer cálculos o estimaciones, agresividad).
- Memoria del conductor.
- Aceleración basada en la velocidad actual y la velocidad que desea alcanzar el conductor.

c) *Interdependencia de "conductores – vehículos - unidades"*

- En referencia a liderar o seguir vehículos por su cuenta permitiendo cambios sobre el propio carril o en carriles adyacentes
- En referencia al carril sobre el cual viaja y la siguiente intersección
- En referencia a la señal de tráfico próxima.

Figura 2.6: Modelo de Seguimiento de Vehículo (Car Following, Widemann, 1974).



Fuente: Manual de Vissim. PTV Traffic Mobility Logistics. Año 2011.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Introducción

Para poder describir de forma adecuada la interacción entre automóviles se debe tomar en cuenta una serie de variables y parámetros que influirán en determinada situación.

La modelación del flujo de tráfico es una herramienta poderosa para poder entender el impacto potencial que tendrán las diferentes propuestas. Adicionalmente permite habilitar estrategias que serán desarrolladas para mitigar los impactos adversos.

Para el desarrollo de este proyecto se ha tomado en cuenta una apropiada, comprensiva y precisa metodología de modelamiento y simulación necesaria para asegurar los esquemas de tráfico:

- Asesoramiento de impactos y beneficios.
- Efectivo diseño que satisface los objetivos planteados.
- Clarificación para evitar confusión y deficiente interpretación del diseño.
- Efectivo y eficiente análisis para una correcta implementación y operación.

3.2. Escenario N° 1 – Modelo Base

El modelo base recrea las condiciones de tráfico que han sido observadas y medidas en campo. Este modelo base sirve para la calibración y validación del modelo, así como, para la evaluación del Escenario N°2 – Modelo Propuesto. A continuación se describirá la metodología desarrollada desde las toma de datos hasta la calibración y validación del modelo base.

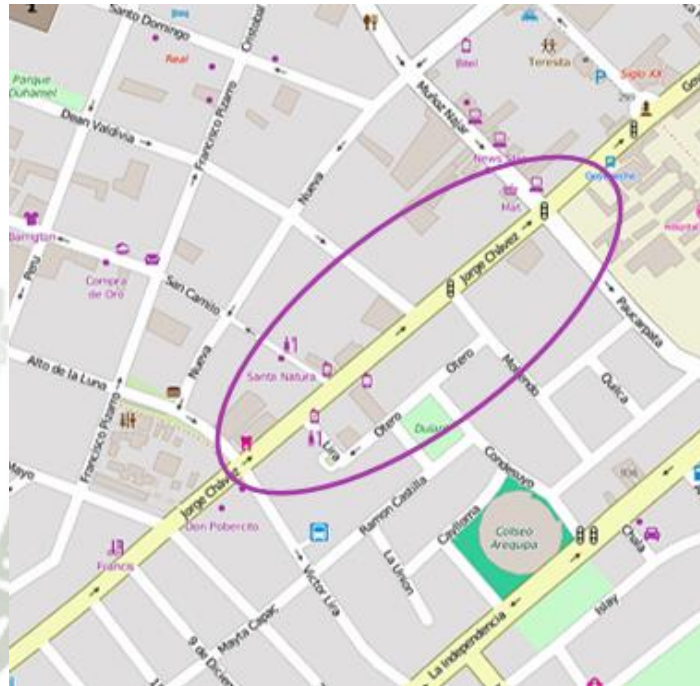
3.2.1. Elección del tramo a estudiar

Para la implementación inicial del *Sistema de Control Accionado* se han considerado, como se puede observar en la Figura 3.1, un tramo de la Avenida Jorge Chávez, que comprende desde la calle Víctor Lira hasta la calle Paucarpata y cuya longitud es aproximadamente 0.4 km. En este tramo se tomaron en cuenta las siguientes intersecciones:

1. Octavio Muñoz Najar
2. Paucarpata

3. Mollendo
4. Deán Valdivia
5. San Camilo
6. Parque de la Muela
7. Alto de la Luna
8. Víctor Lira

Figura 3.1: Mapa del tramo en estudio e intersecciones seleccionadas



Fuente: Elaboración propia. Plataforma VISSIM. PTV.

Se tomaron en cuenta estas intersecciones como links externos debido a que los vehículos provenientes de estas intersecciones son incorporados a la Av. Jorge Chávez, incrementado el número de vehículos, así como, la congestión en esta avenida.

En este tramo bajo estudio, se llevó a cabo la evaluación y simulación de un modelo microscópico base teniendo como punto de partida la situación actual de esta vía durante un periodo de estudio de 12 horas, así como, de un modelo propuesto de Control de Tráfico Accionado. Esta Avenida, actualmente, opera bajo una estrategia de control de tiempo fijo. Para llevar a cabo la simulación, se ha utilizado el software VISSIM, descrito en el capítulo anterior.

En las últimas décadas los ingenieros de tránsito han utilizado herramientas de simulación de tráfico microscópicas para modelar el

funcionamiento de diferentes arterias. Estos modelos pueden ser usados para analizar la funcionalidad actual de la vía, basado en datos de patrones de tráfico conocidos, que de otra forma sería imposible de estimar de forma convencional y con los métodos de recolección de datos estándar.

La simulación de modelos de tráfico puede ser usada para predecir la futura funcionalidad de la vía basado en predicciones respecto a cambios del flujo vehicular o en patrones de viaje, cambios en la infraestructura vial como expansión de carriles o rediseño. Además, puede ayudar a predecir el efecto de diferentes estrategias operacionales como: carriles exclusivos para transporte público, restricciones de carriles, carriles reversibles o impuestos por congestión, etc. Adicionalmente, las simulaciones permiten un análisis sensible que es realizado para poder estimar los efectos de cambios en las condiciones de las vías.

Los modelos de micro-simulación son capaces de simular el movimiento individual de vehículos que viajan a través de la red vial replicando de forma precisa el comportamiento de estos. Los modelos de micro-simulación pueden ser aplicados a todas las escalas espaciales pero el tamaño del modelo está normalmente restringido por la cantidad de datos requerida para generar una simulación correcta.

Los programas de micro-simulación son usados, típicamente, a través de una aproximación estocástica que provee una capacidad de analizar el fenómeno de forma dinámica. Además, son capaces de modelar el impacto de la variabilidad del comportamiento de la red, y por lo tanto, son capaces de representar problemas de tráfico bastante complejos, como el impacto de accidente o de estacionamiento.

Dentro de las principales variables que se tomaron en cuenta como criterio de evaluación y comparación se encuentran:

3.2.2. Principales variables

a) Niveles de Servicio

Los niveles de servicio son una medida cualitativa usada con relación a la calidad del servicio de tráfico. Estos niveles de servicio son usados para analizar vías mediante la categorización del flujo de tráfico y la asignación de niveles de calidad de tráfico basados en el funcionamiento de diversas medidas como: densidad, velocidad, etc.

Tomando como base las definiciones del Manual de Capacidad Vial (Highway Capacity Manual, HCM) y el "Libro Verde" o Diseño Geométrico de Autopistas y Calles de AASHTO, se tienen las siguientes categorías:

i. Nivel de servicio A

Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona.

ii. Nivel de servicio B

Comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicularse ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

iii. Nivel de servicio C

Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

iv. Nivel de servicio D

El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir

interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es eficiente.

v. Nivel de servicio E

Representa la circulación de los vehículos cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad.

vi. Nivel de servicio F

Representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente.

El HCM define los Niveles de Servicio para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en función a la demora promedio del vehículo. Estos niveles pueden ser calculados en base a las siguiente Tabla 3.1:

Tabla 3.1: Criterio para la Evaluación de los Niveles de Servicio. AASHTO.

Niveles de Servicio	Intersecciones Semaforizadas	Intersecciones No Semaforizadas
	Demora Promedio (segundos)	
A	≤ 10	≤ 10
B	10–20	10–15
C	20–35	15–25
D	35–55	25–35
E	55–80	35–50
F	≥ 80	≥ 50

Fuente: Elaboración propia.

b) Tiempo de viaje

El tiempo de viaje es determinado desde que un vehículo entra en la zona de estudio, hasta que el mismo vehículo sale de la zona de estudio. Para nuestro caso se definió de la siguiente manera: el tiempo de viaje desde que el vehículo pasa el semáforo en verde de la Calle Alto de la Luna – Víctor Lira hasta que el mismo vehículo pasa el semáforo en verde de la Calle Muñoz Najar – Paucarpata.

c) Demora promedio

La demora de un vehículo en una medida de tiempo, es la parte de esa medida de tiempo que la cual la velocidad de vehículo actual es menor a la velocidad deseada del vehículo. Para el cálculo de la demora promedio el cociente es obtenido al dividir la distancia actual recorrida en una medida de tiempo y la velocidad deseada en la medida de tiempo. Los siguientes criterios fueron tomados en cuenta:

- ✓ Tiempo de subida y bajada de pasajeros.
- ✓ Tiempo de parada en los semáforos.

La demora promedio por vehículo es:

$$= \frac{\text{Demora Total}}{(\text{Numero de vehiculos en la red} + \text{numero de vehiculos que han llegado a la red})}$$

d) *Demoras debido a largos de cola*

Es el tiempo en el cual es vehículo se encuentra estacionario debido a la presencia de congestión.

e) *Tiempo de parada promedio*

El tiempo de parada es igual al tiempo en el cual un vehículo esta estacionario (velocidad=0 km/h). Los siguientes parámetros no son tomados en cuenta:

- Tiempo de estacionamiento de los vehículos.

El tiempo de parada promedio se calcula:

$$\frac{\text{Tiempo de parada total}}{\text{Numero de vehiculos en la red} + \text{numero de vehiculos que han llegado a la red}}$$

f) *Número de paradas promedio*

El número de paradas es contabilizado cada vez que el vehículo se detiene, es decir, su velocidad es igual a 0 km/h.

3.3. Recolección de Datos

Una vez familiarizados con el modelo se pasó a recolectar la información relevante requerida para generar un modelo de tráfico preciso. Sin los datos precisos el modelo no puede ser desarrollado, calibrado o validado correctamente.

3.3.1. Aforos Vehiculares

Los datos fueron recolectados de la zona en estudio, asegurando que las condiciones de tráfico y los ciclos de los semáforos operaran de forma normal (típica) y que no hubiese actividades inusuales o patrones de viaje diferentes. Los puntos de aforo se pueden observar en la Figura 3.2. Además, los datos fueron recolectados durante un periodo de estudio de 12 horas que va desde las 7:00 a.m. hasta las 7:00 p.m. debido a que el programa usado (VISSIM, versión 7.0) permite una evaluación más amplia de modelos cubriendo más de 3 horas, esto beneficia a la estimación del tráfico durante las extensiones de un

periodo pico. Como es el caso de varias intersecciones en nuestra zona de estudio. Se evitaron las siguientes situaciones:

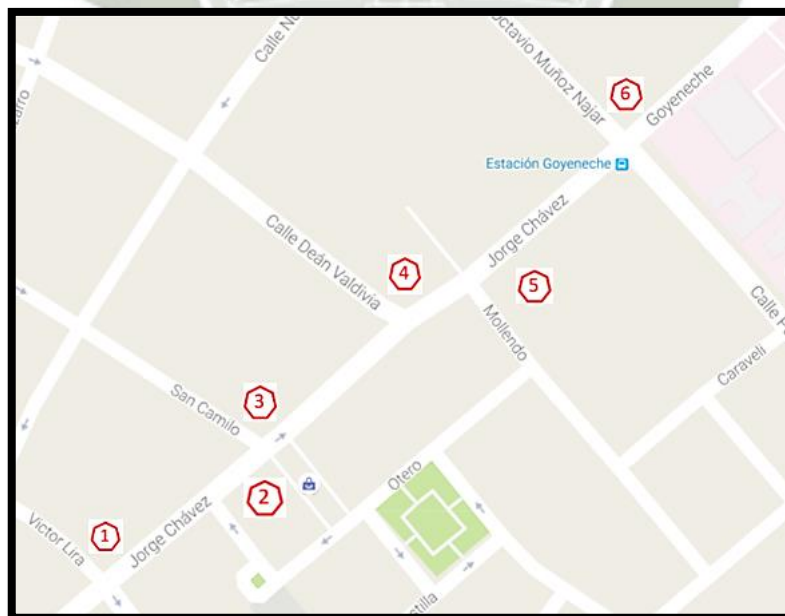
- Feriados.
- Trabajo en el sitio.
- Cierre de la vía temporal.
- Festivales.
- Accidentes de tráfico.
- Daños en los semáforos.

Además, los aforos vehiculares se realizaron en 6 puntos estratégicos como se puede ver en la Figura 3.3. Se requirió la colaboración de un equipo de 6 personas, que llevaron a cabo la grabación de videos en cada una de las intersecciones.

Los puntos estratégicos, acorde a la Figura 3.3, fueron:

1. Alto de la Luna – Víctor Lira
2. Otero (Parque de la Muela)
3. San Camilo
4. Deán Valdivia
5. Mollendo
6. Muñoz Najar – Paucarpata

Figura 3.2: Puntos de aforo.



Fuente: Elaboración propia

Debido a que la micro-simulación de los modelos de tráfico permite simular relaciones complejas entre los usuarios de las vías y su medio ambiente, es esencial tomar en cuenta ciertos tipos de comportamientos como bloqueo de las vías, cambio de carriles, playas de estacionamientos, colas, etc., que afectan significativamente los resultados del modelo. Esto fue observado y entendido gracias a las múltiples visitas a campo que se realizaron antes, durante y después de la recolección de datos, para así, asegurarnos una réplica certera del modelo.

Adicionalmente, se recolectaron diferentes parámetros para poder desarrollar el modelo como:

- Anchos de carril.
- Distancias de cruce de peatones.
- Distancia entre intersecciones.
- Flujos de tráfico y proporción de vehículos que giran
- Composición vehicular (de acuerdo a la clasificación vehicular).
- Aforos de vehículos.
- Características geométricas de las intersecciones.
- Ciclos de semáforos (que operan actualmente).
- Límites de velocidad.
- Velocidades de los diferentes vehículos.
- Tiempos de viaje (para transporte público como para transporte privado).

La geometría de las vías de la zona bajo estudio se puede observar en los planos de ubicación y geometría del Anexo 1.

Al momento de recolectar los datos fue necesario obtener un número suficiente de medidas y conteos para poder obtener el grado de confiabilidad apropiado y que nuestra muestra sea representativa.

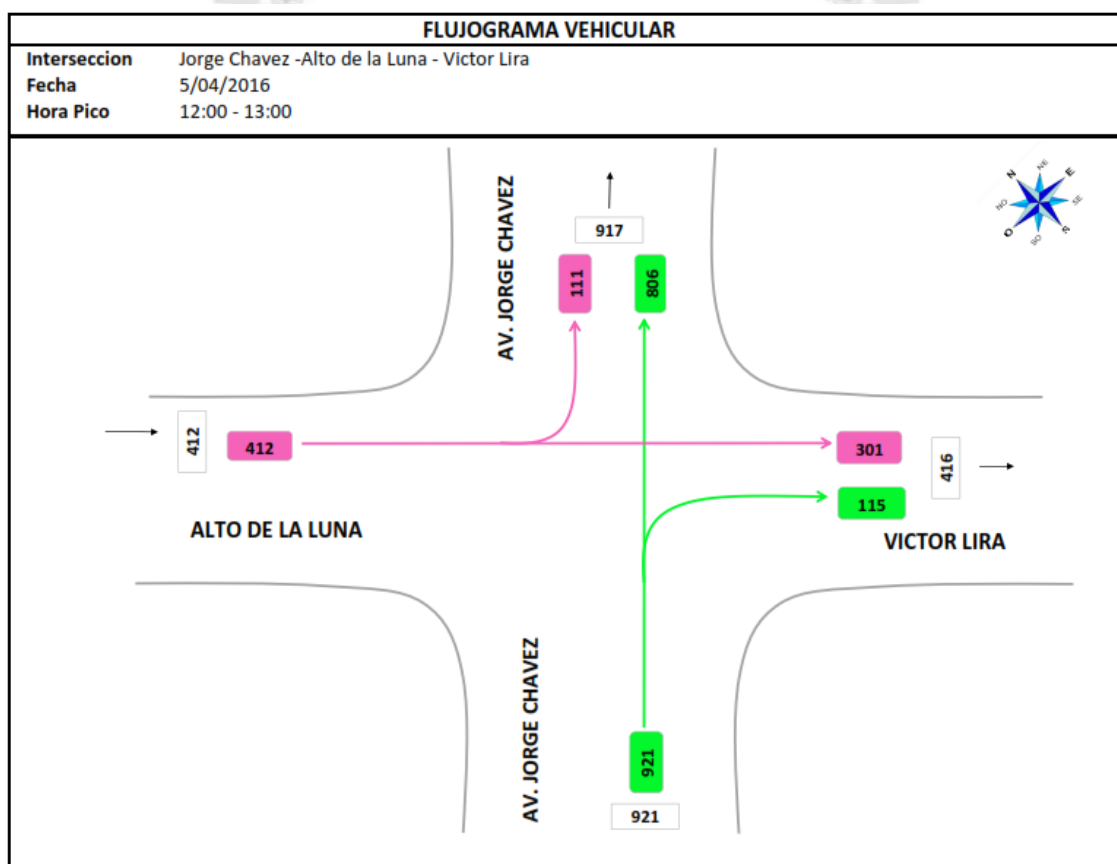
El tiempo y duración de la hora pico fueron tomadas en cuenta para la recolección de datos del proyecto. Esto representa el periodo con el mayor número de flujo de tráfico observado.

Conteos clasificados fueron realizados en cada intersección. Para este proyecto se realizaron conteos de vehículos mediante la grabación de videos de los flujos de tráfico en un día típico de semana. En nuestro caso fueron fue el día Martes 05 de Abril por un periodo de 12 horas consecutivas desde las 7:00 am hasta las 7:00 pm. Como se mencionó en el primer capítulo, la razón por la cual solo se pudo

realizar el aforo un solo día se debió a la falta de presupuesto. Se escogió el día martes, al ser este un día entre semana, y por ende, representa un flujo de tráfico típico.

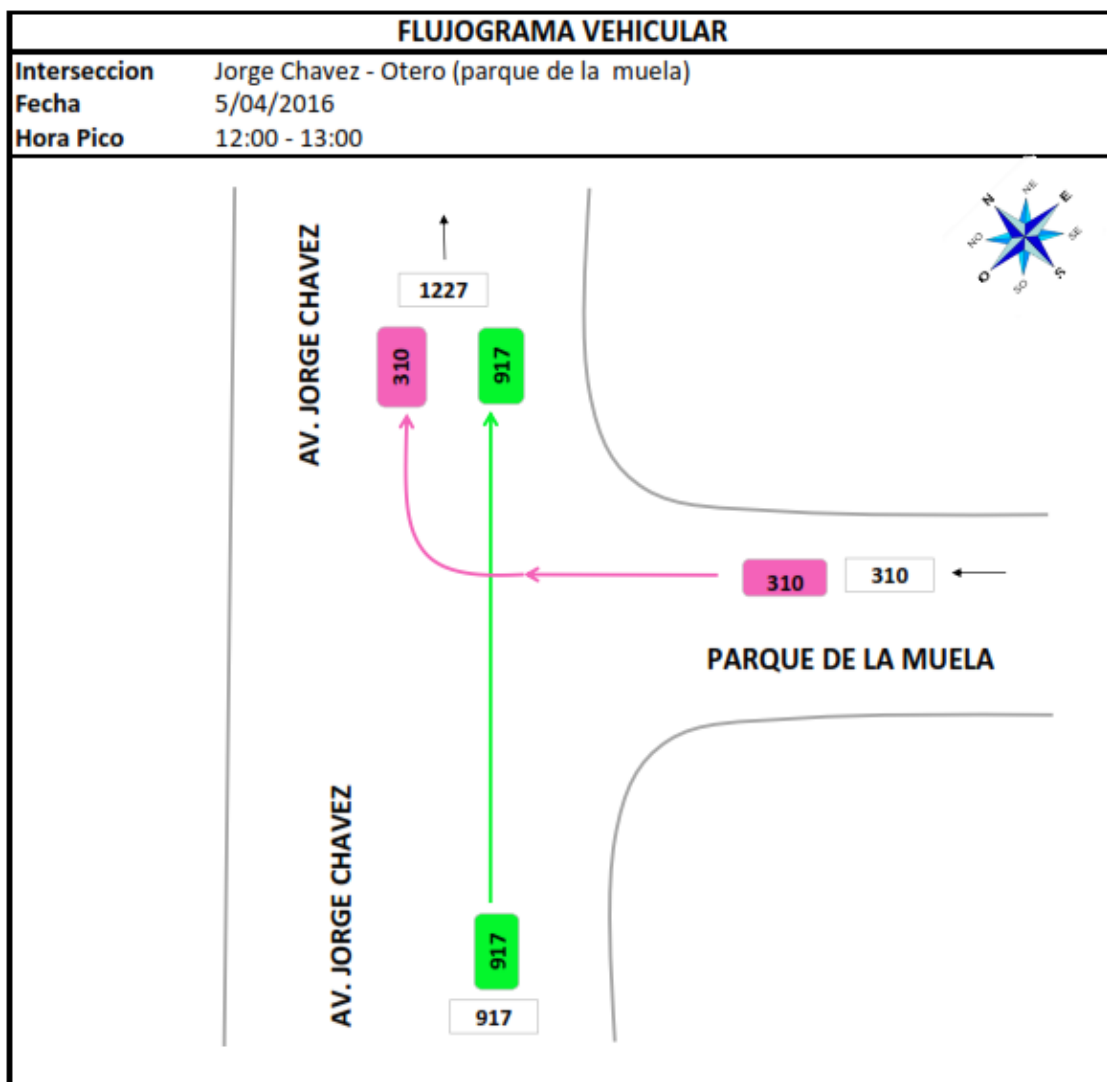
A continuación se presentan los flujogramas vehiculares para cada punto aforado, en estos se pueden observar los sentidos y giros de las vías, así como, el flujo vehicular en la hora pico de la Avenida Jorge Chavez, entre las 12:00 y las 13:00.

Figura 3.3: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Alto de la Luna – Víctor Lira.



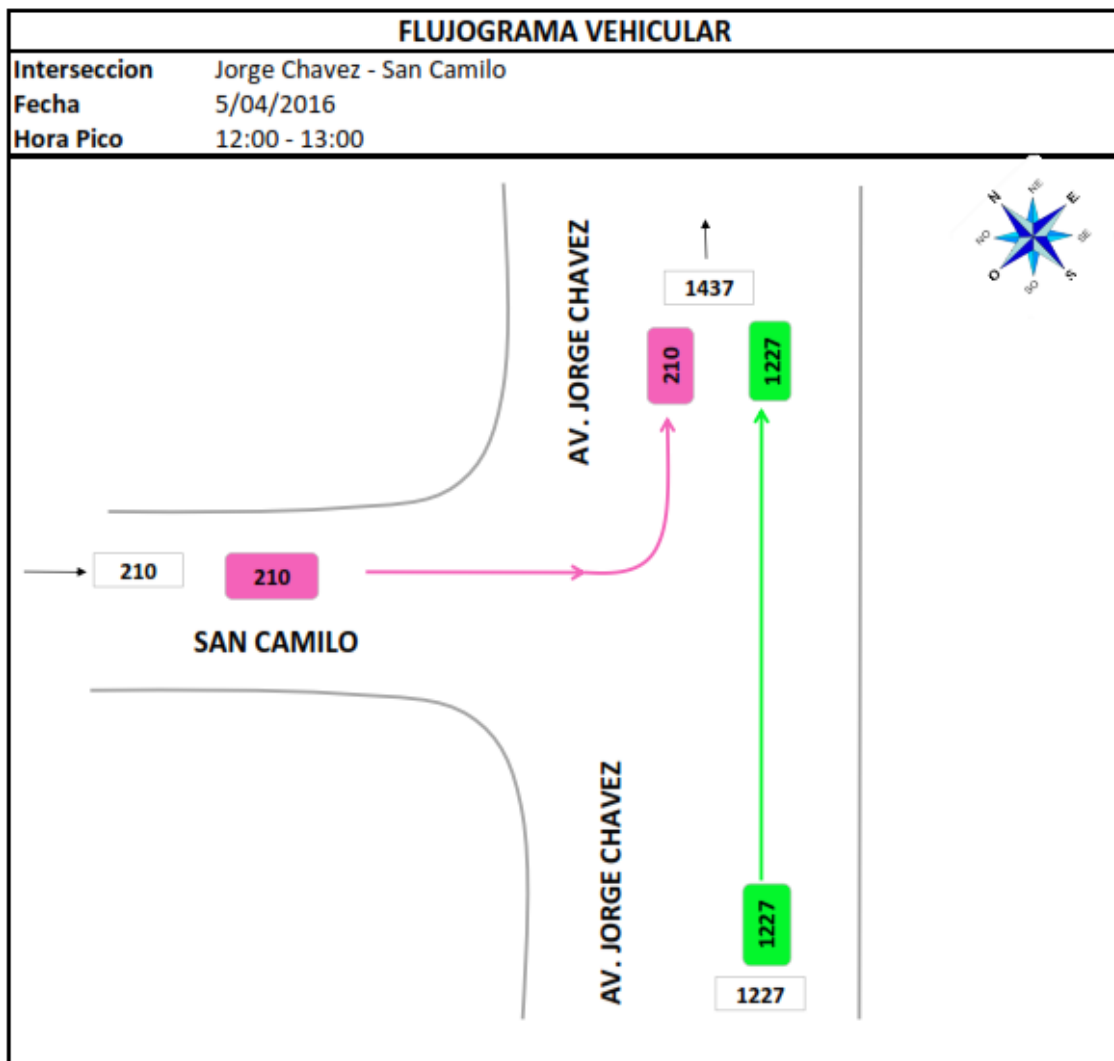
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.4: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Otero (parque de la muela).



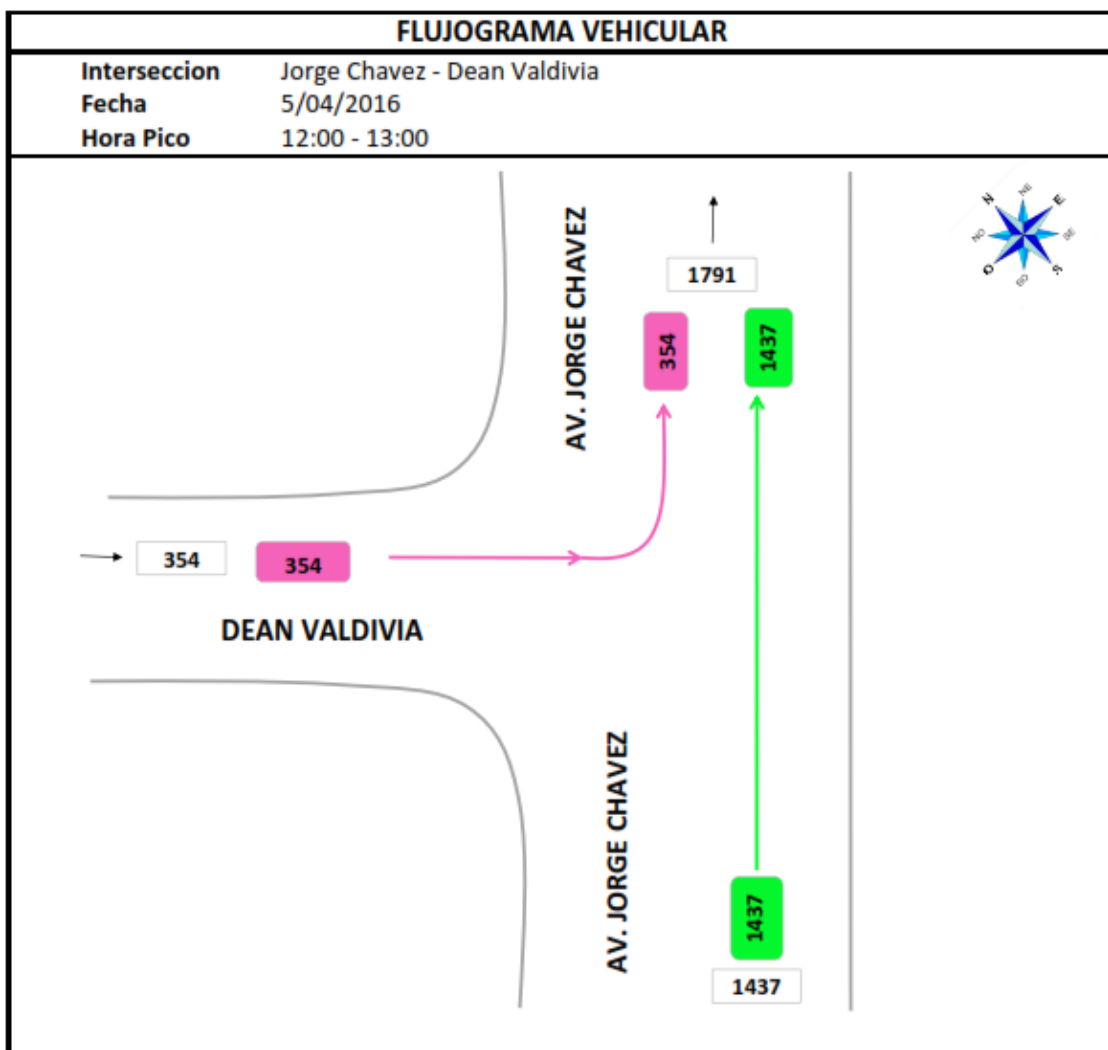
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.5: Flujoograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – San Camilo.



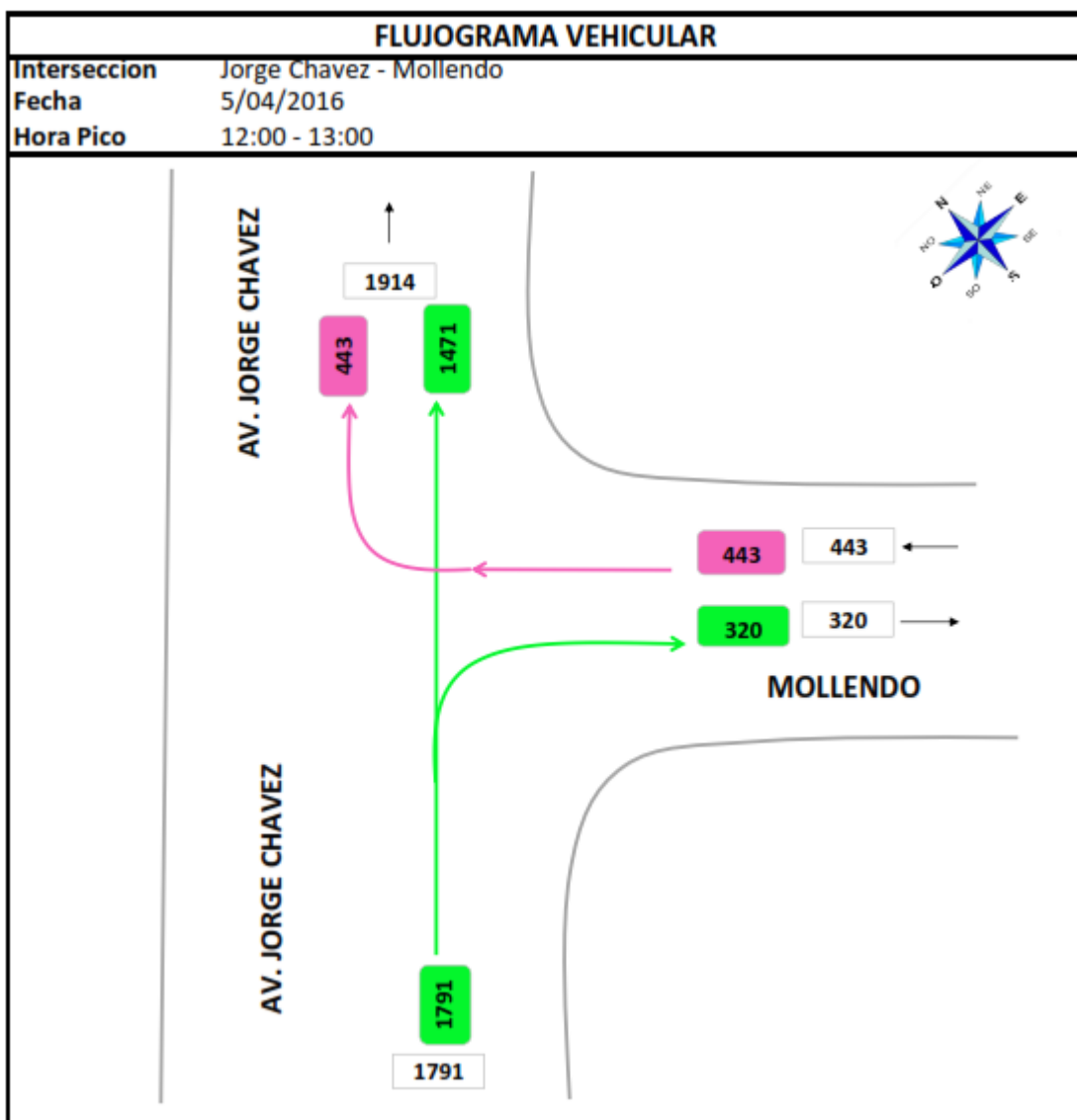
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.6: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Deán Valdivia.



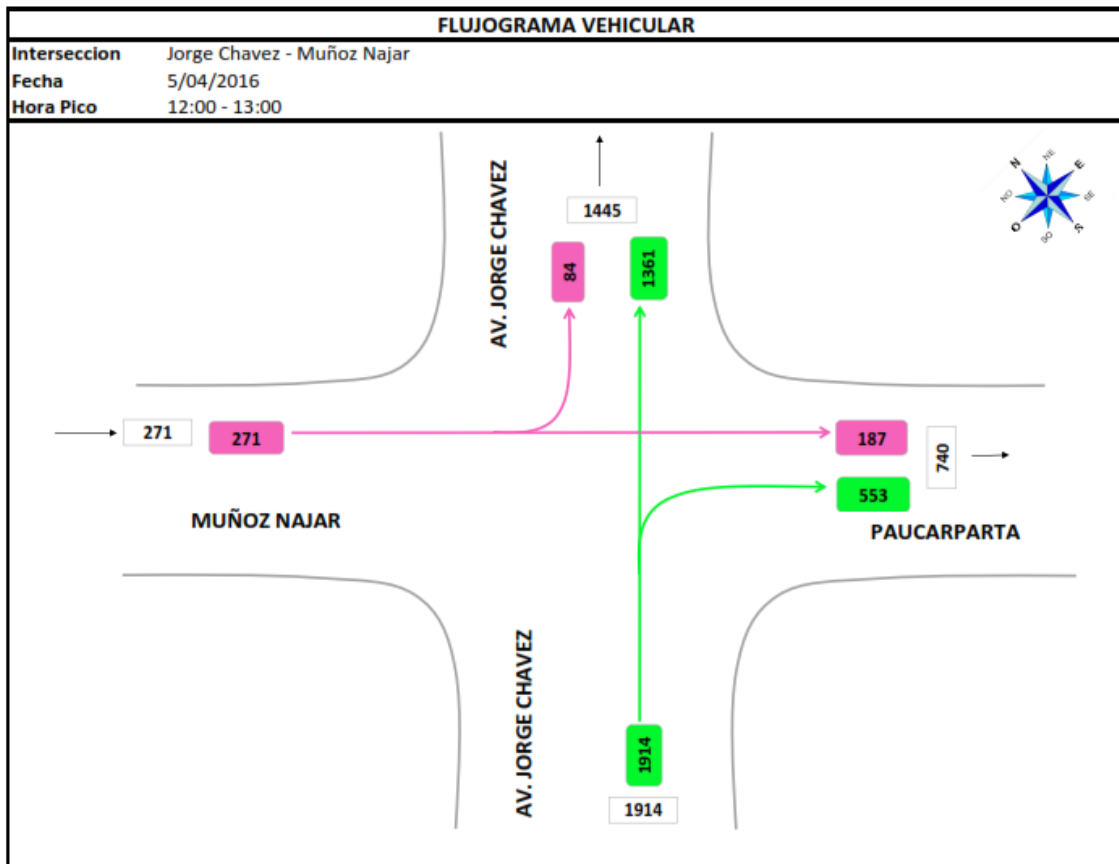
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.7: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Mollendo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.8: Flujograma Vehicular. Intersección Jorge Chávez – Muñoz Najar – Paucarpata.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Tiempos de Viaje

Los tiempos de viaje también fueron recolectados bajo condiciones normales de tráfico (libre de accidentes y eventos). Además, estos fueron recolectados en días neutrales, para poder, capturar el comportamiento del tráfico típico, así como, los niveles de congestión.

Debido a que se requiere las mediciones de tiempos de viaje de transporte privado se usó la técnica del vehículo flotante.

a) Técnica del Vehículo Flotante

La técnica del vehículo flotante involucra uno o más carros de estudio que son conducidos a través de la ruta en estudio, en nuestro caso a través de la Av. Jorge Chávez, dentro del área modelada y grabando los tiempos de viaje entre dos puntos pre definidos. Estos puntos son usualmente, más no exclusivamente, líneas de paradas en

intersecciones semaforizadas. Estos carros de estudio deberán intentar balancear el número de vehículos que intenten adelantarlos con aquellos que el carro adelante, mientras se mantiene a una velocidad límite o pre establecida. En zonas donde exista una línea de parada y que sean usadas como punto de referencia, las medidas de los segmentos de tiempos de viaje deberán terminar y empezar inmediatamente después de cruzar la línea de parada. Estos tiempos de viaje de segmentos proveen una información invaluable con respecto a la coordinación de señales y colas de demoras, que son muy útiles para el desarrollo del modelo.

b) *Tamaño de la muestra*

i. *Velocidad de Recorrido y Velocidad de Marcha*

Debido a que los requisitos para el tamaño de la muestra varían de acuerdo a la necesidad de información, se cuentan con rangos de errores permisibles, que nos permitirán una estimación de la velocidad media de recorrido, los cuales son⁵:

- Planeación del transportes y estudios de necesidades viales: ± 5.0 km/h a ± 8.0 km/h.
- Operación de tránsito, análisis de tendencias y evaluaciones económicas: ± 3.5 km/h a ± 6.5 km/h.
- Estudios de antes y después, análisis de tendencias y evaluaciones económicas: ± 2.0 km/h a ± 5.0 km/h.

Para nuestro caso, en el cual se está evaluando la operación de tránsito sobre la Av. Jorge Chávez, se tiene que el error permisible en la velocidad media de recorrido esta entre ± 3.5 km/h a 6.5 km/h, eligiéndose ± 5.0 km/h.

Teniendo en consideración que es difícil determinar el tamaño de la muestra para tiempos y velocidades de recorrido la metodología usada y tablas presentadas, solo nos proporcionan valores aproximados para la elaboración de estudios de tiempo de recorrido y demoras.

Como es recomendado en diversos Manuales de Estudios de Tránsito, la Tabla 3.3, nos ayuda a seleccionar el tamaño mínimo de

⁵ Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Paul C. Box y Ph.D Joseph C. Oppenlander. Mexico. 1985.

la muestra para el rango promedio calculado de la velocidad de recorrido y para el error permitido deseado.

Tabla 3.3: Tamaño mínimo aproximado de muestra para un nivel de confianza de 95%.

Rango Promedio de la Velocidad de Recorrido (km/h)	Número mínimo de recorridos para un error permisible específico				
	± 2.0 km/h	± 3.5 km/h	± 5.0 km/h	± 6.5 km/h	± 8.0 km/h
5.0	4	3	2	2	2
10.0	8	4	3	3	2
15.0	14	7	5	3	3
20.0	21	9	6	5	4
25.0	8	13	8	6	5
30.0	38	16	10	7	6

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Paul C. Box y Ph.D Joseph C. Oppenlander. México. 1985.

Se realizó una prueba piloto para poder obtener una aproximación de la velocidad de recorrido en la Av. Jorge Chávez, los resultados se presentan en la Tabla 3.4, a continuación:

Para la Av. Jorge Chávez se obtuvo una velocidad promedio de recorrido de 10.22 km/h, de la Tabla 3.3 se obtiene un número mínimo de recorridos de 3-5 para un error permisible de ± 5.0 km/h.

Tabla 3.4: Velocidad de recorrido y Velocidad de Marcha. Av. Jorge Chávez.

Numero de recorrido	Velocidad de recorrido (km/h)	Velocidad de marcha (km/h)
Recorrido 1	8.3	9.5
Recorrido 2	11.6	12.9
Recorrido 3	12.3	13.9
Recorrido 4	8.7	9.4
Promedio	10.22	11.42

Fuente: Elaboración propia.

Múltiples observaciones repetitivas de los tiempos de viaje fueron recolectadas para la ruta, durante la hora de máxima demanda (entre las

12:00 y 13:00 pm). Debido a que las observaciones de los tiempos de viaje varían extremadamente en el mundo real, un número suficiente de observaciones fueron realizadas en orden de obtener una precisión de $\pm 10\%$ (para un nivel de confianza del 95%). Este nivel de precisión determinó el tamaño de la muestra (observaciones) que se recolectó. Generalmente se recomienda un mínimo seis observaciones del tiempo de viaje son necesarias para poder obtener resultados de los tiempos de viaje promedio estadísticamente confiables, sin embargo, esto también depende de la variabilidad de los tiempos de viaje a través de la ruta.

Debido a esto y a otros factores más tomados en cuenta, se recolectaron 10 observaciones que nos permitieron un análisis de la variabilidad de los tiempos de viaje (rango, máximo, mínimo, y desviaciones estándar).

ii. Velocidad de Punto

Una de las partes principales de esta investigación es establecer rangos de velocidades para diferentes tipos de vehículos que nos permitirán realizar un contraste con las obtenidas en la calibración del modelo base. Debido a que primero se realizó los aforos en toda la zona bajo estudio se pudo identificar las proporciones de vehículos que atraviesan la Av. Jorge Chávez, esto, nos permitió distribuir de mejor forma el tamaño de la muestra. Como se puede ver en la Tabla 3.5, el porcentaje de vehículos que ingresan a la arteria bajo estudio.

Tabla 3.5: Porcentaje de vehículos que ingresan a la Av. Jorge Chávez.

Tipo de Vehículo	Cantidad	%
Taxi	3583	59.97
Auto	1599	26.76
Camioneta	410	6.86
Minivan	164	2.74
Moto	172	2.88
Otros	47	0.79
TOTAL	5975	100

Fuente: Elaboración propia

El tamaño de la muestra para este tipo de estudio se llevó a cabo tomando en cuenta el criterio propuesto por Box y Oppenlandder (1985). Se utilizó la siguiente ecuación:

$$N = \frac{(K * S)^2}{E^2}$$

Donde:

N= tamaño de la muestra

K= constante, que es igual a 2.0 para un nivel de confiabilidad de Aproximadamente 95.5%

S= desviación estándar de la muestra (km/h)

E= error permitido en la estimación de la velocidad punto

Para vías urbanas, se recomienda los siguientes valores:

- E = 1.5 km/h
- S = 8 km/h
- K = 2 (confiabilidad de 95.5%)

Con los datos anteriormente mencionados se tiene:

$$N = \frac{(2 * 8)^2}{1.5^2} = 114$$

Se recolecto una muestra de 122 vehículos, la composición de la muestra se encuentra en la Tabla 3.6. Esta información fue recopilada durante la hora de máxima demanda, en el caso de la Av. Jorge Chávez, esta corresponde a la franja de 12:00 – 13:00. Debido a que en algunos casos, el número de observaciones sería muy pequeño, se optó por tomar más mediciones para categorías de vehículos con un porcentaje de vehículos pequeños. Para hacer esto se estableció, a criterio propio, el número mínimo de observaciones igual a 5.

Tabla 3.6: Porcentaje de la composición vehicular para la toma de datos, Método de la Velocidad Punto

Tipo de Vehículo	% de Observaciones	Numero de Observaciones
Taxi	59.97	68
Auto	26.76	31
Camioneta	6.86	8
Minivan	2.74	5
Moto	2.88	5
Otros	0.79	5
TOTAL	100.00	122

Fuente: Elaboración propia

3.4. Desarrollo del Escenario N° 1 – Modelo Base

El Escenario N° 1 – Modelo Base fue desarrollado para entender como la red vial reaccionara a un cambio propuesto. Para esto, el modelo de tráfico creado representa la situación actual/existente de la vía. Este modelo ofrece un punto de referencia para poder compararlo con cualquier otra propuesta. Al realizar la comparación entre el modelo existente/base y el modelo propuesto, se podrá tomar una decisión informada sobre el posible impacto que tendrá este último en la red vial existente.

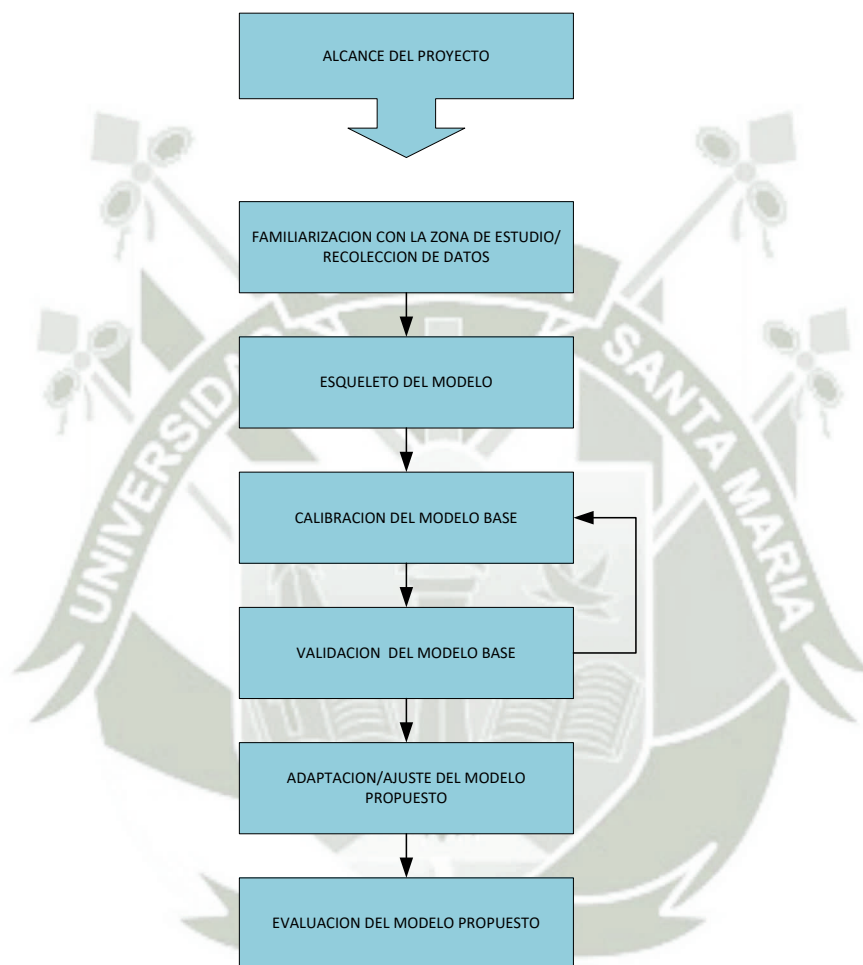
La red de micro-simulación requiere un trabajo de ingeniería de detalle para su construcción, y por lo mismo requiere una gran cantidad de información del terreno. Debido a esto la primera etapa para el desarrollo del modelo es la familiarización con la red vial y la toma de datos para poder alimentar al programa.

La creación del escenario se desarrolló una vez que las etapas de familiarización de la red vial y la recolección de datos fueron concluidas. La metodología utilizada sigue la secuencia definida descrita en la Figura 3.9. Generalmente, un esqueleto inicial del modelo es redefinido hasta que se calibre y valide totalmente para producir un modelo que, eventualmente, se convertirá en el modelo propuesto.

Para poder generar los diferentes planos se realizó un pequeño levantamiento del terreno tomando en cuenta los anchos de carril, número de

carriles, sentido de circulación del tránsito y usos de carril (para mayor información ver Anexo 1). Adicionalmente, se revisó diferentes fuentes de información complementarias como las fotografías aéreas proporcionadas por Google Earth. Todo esta información fue corroborada y ratificada por la diferentes visitar a campo realizadas a los largo de la Av. Jorge Chávez.

Figura 3.9: Diagrama Esquemático del Desarrollo de la Modelación del Tráfico.



Fuente: Elaboración propia

Después se pasó a la etapa de recolección de datos para lo cual se realizó un aforo de vehículos, además del estudio de velocidades correspondiente, mediante el método del vehículo flotante y se tomó diferentes medidas de la velocidad de punto.

Una modelación del tráfico ayuda a una mejor toma de decisiones y por ende a un desarrollo de soluciones óptimas. A continuación se definen los procesos principales para el desarrollo del Escenario N°1 de tráfico, su uso

común, y los factores que han sido tomados en cuentas durante el desarrollo del esquema de la propuesta.

3.5. Proceso de Construcción del Escenario N°1 - Modelo Base

En esta sección se describe el proceso de creación en VISSIM en tres partes:

- Red Vial.
- Datos de Trafico.
- Control de la infraestructura.

3.5.1. Red Vial

a) *Parámetros de Simulación*

Estos parámetros fueron definidos y configurados al momento de iniciar el desarrollo del modelo. Cambiar estos modelos después de la calibración del modelo simplemente invalidaría los resultados. Como se puede ver en la Figura 3.10 el cuadro de los parámetros de simulación para nuestro proyecto.

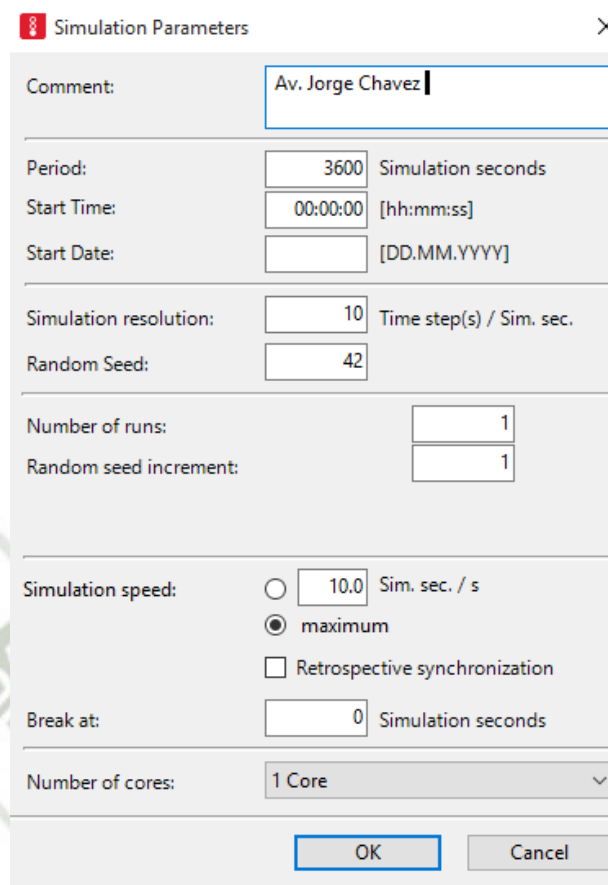
i. Periodo de Tiempo

El periodo de tiempo fue ajustado para cubrir el periodo de interés, con la adición del tiempo de calentamiento para pre-cargar la red vial con el flujo de tráfico y generar las colas previas al periodo de estudio. El periodo de calentamiento debe ser al menos tan largo como el tiempo de viaje típico a través de la Av. Jorge Chávez. La extensión de los tiempos de calentamiento depende del tamaño de la red y el nivel de congestión. Típicamente se tienen periodos de 15 a 30 minutos que son suficientes. En nuestro caso fueron 15 minutos de calentamiento debido a que nuestra zona de estudio es pequeña.

El uso de periodos de enfriamiento de una duración similar es también recomendado. Este periodo de enfriamiento, que sigue al periodo de estudio permite a los vehículos atrapados en la red al final del periodo de estudio alcanzar su destino, y por lo tanto, ser reflejado en la evaluación de los datos simulados. Sin este periodo de enfriamiento, se pueden tener resultados viciados que muestren tiempos de viaje más cortos o rápidos.

Algunos parámetros de Simulación pre – definidos pueden observarse, de nuevo, en la Figura 3.10.

Figura 3.10: Cuadro de VISSIM de parámetros de Simulación.



Simulation Parameters

Comment: Av. Jorge Chavez

Period: 3600 Simulation seconds

Start Time: 00:00:00 [hh:mm:ss]

Start Date: [DD.MM.YYYY]

Simulation resolution: 10 Time step(s) / Sim. sec.

Random Seed: 42

Number of runs: 1

Random seed increment: 1

Simulation speed: ☐ 10.0 Sim. sec. / s
☒ maximum
☐ Retrospective synchronization

Break at: 0 Simulation seconds

Number of cores: 1 Core

OK Cancel

Fuente: Elaboracion propia. Plataforma VISSIM.

b) Resolución de la simulación

La resolución de la simulación es el número de paso por segundo de simulación, en otras palabras, especifica cuan seguido los vehículos y peatones se mueven en un segundo de simulación.

Este parámetro no puede ser usado para incrementar la velocidad de la simulación. Mientras que la reducción de este valor no resulta en un incremento de la simulación si tiene un impacto en la precisión del modelo.

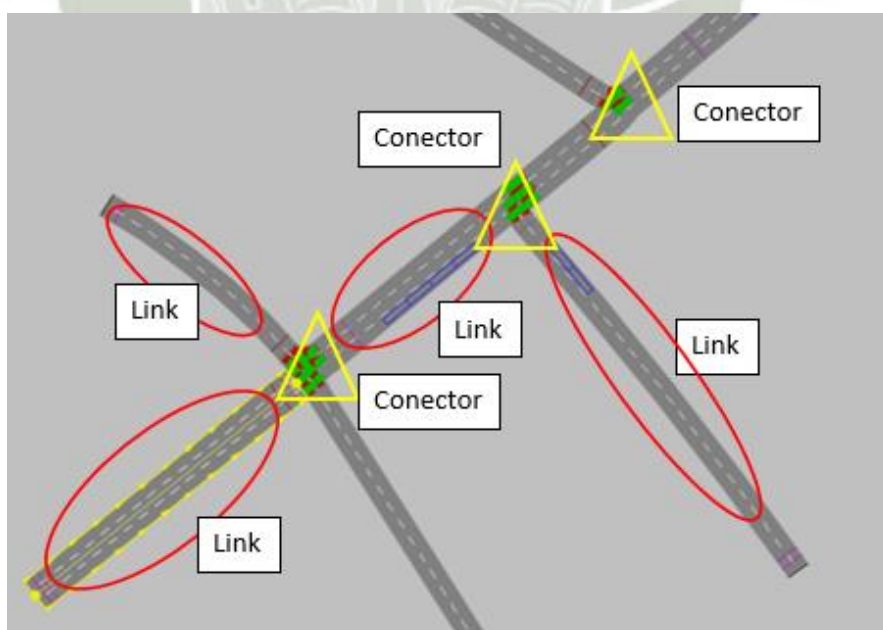
Valores menores a 5 conllevan a movimientos desiguales. Debido a esto valores pequeños no son recomendables para la producción de los resultados finales de la simulación. Valores entre 5 y 10 conducen a demostraciones más realísticas, mientras que, valores mayores a 10 conllevan a movimientos más suaves o fluidos. Estos últimos son recomendables para simulaciones de calidad más alta.

Este parámetro fue definido por defecto a 10 paso por segundo de simulación (ej. 0.2 segundos por paso). La resolución de la simulación debe ser definida antes de la calibración. La resolución de la simulación no puede ser cambiada después sin que se necesite la revalidación del modelo como el comportamiento del conductor, y por ende, los resultados del modelo serán cambiados.

c) *Links y Conectores*

La estructura de la red vial en VISSIM es creada mediante los links y los conectores. Como una regla general, el número de links y conectores debe ser minimizado y los conectores deber mantenerse cortos. En nuestro modelo los links y conectores que se traslapaban fueron evitados debido a que estos crean capacidades viales no realistas. Además todas las maniobras de giros fueron modelados de forma tal que ocurran a través de los conectores, incluyendo todos los movimientos a través del interior de las intersecciones, debido a que estos conectores permiten el cumplimiento de las reglas de tránsito y el comportamiento en las colas. Como se puede observar en la Figura 3.11, los link y conectores de nuestro Modelo Base.

Figura 3.11: Link y Conectores modelados en la Av. Jorge Chávez.



Fuente: Elaboración propia. Plataforma VISSIM.

d) *Comportamiento de conductor en los links*

A cada link se le asignó un comportamiento para conducir el vehículo, así como, un parámetro de configuración. Para nuestro caso, fue usado un modelo de comportamiento Urbano (motorizado) que fue asignado a todos los tipos de links. Sin embargo, dos parámetros fueron modificados en este tipo de comportamiento:

- Para los links que permitan comportamiento lateral se incrementó el valor de la mínima de visibilidad de 0 a 30 m. (para ciertos límites de velocidad). Esto asegurar que los vehículos puedan verse unos a otros y obedezcan las señales de tráfico cuando estos estén en cola uno al lado del otro en el mismo carril.
- Se modificó la distancia de parada normal a 1.2 m para todos los links.

3.5.2. **Datos de Trafico**

a) *Modelos de Vehículos, Tipos, Categorías y Clases*

Una distribución de los modelos de vehículos fue usada para definir los tipos de vehículos. Los modelos de vehículos pertenecen al mismo tipo de vehículo si tienen características técnicas similares y comportamiento de conducir. Los modelos y tipos de vehículos previstos por VISSIM son adecuados para la mayoría de redes viales. Adicionalmente, se tuvo que añadir un par de tipos de modelos como: taxi, minivan.

Estos tipos de vehículos fueron creados basados en las observaciones y resultados de la recolección de los datos. Al momento de crear los tipos de vehículos es esencial asignar la categoría correcta a cada tipo debido a que estas categorías definen ciertas reglas de comportamiento. Finalmente los tipos de vehículos son asignados a una clase de vehículos. Cada uno de los tipos de vehículos por defecto es asignado a una sola clase de vehículos del mismo nombre. Las clases de vehículos son usados para agrupar los tipos de vehículos. La mayor parte de los elementos de control de tráfico de VISSIM y recolección de datos actúan en base a clases de vehículos.

Cabe resaltar que, para la categoría de buses, no se pudo encontrar dentro del catálogo de vehículos proporcionado por VISSIM, un

vehículo de longitud similar a la de los buses usados en Arequipa, teniéndose que usar un vehículo de longitud 9.89 m., mientras que los buses que transitan por la zona de estudio, Custer, tiene una longitud aproximada de 6.99 m. Esto repercutirá negativamente en nuestro modelo, por lo que recomendaciones para futuras investigaciones fueron realizadas.

Las clases y modelo de vehículos usados en la investigación se presentan en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7: Modelos de Vehículos, Tipos, Clases y Características

Clases de vehículos	Tipos de vehículos	Modelos de vehículo	Longitud	Ancho
Vehículo Privado	Autos Taxis		3.75	1.99
Vehículo Público	Buses		9.89	2.70
Motocicleta	Motocicleta		1.80	0.68
Otros	Camionetas Minivan		4.98	2.14

Fuente: Elaboración propia

b) Funciones y Distribuciones

Las funciones definen la aceleración y deceleración de los vehículos en la red vial y sin la evidencia de campo los valores por defecto no deben ser cambiados.

c) Composición y Demanda

En el programa de micro simulación no es, siempre, necesario crear una composición vehicular para link. Datos recolectados deben ser revisados y decisiones prácticas deben ser realizadas sobre el número de composiciones vehiculares que se deben usar. Adicionalmente se tomó en consideración el hecho que en la Av. Jorge Chávez y Calle Otero (Parque de la Muela) transitan vehículos de transporte público (buses) mientras que en las otras calles transitan vehículos ligeros privados. Se recomienda que, mientras las variaciones serán del 10% o menores a este valor se utilice una solo configuración. Debido a la gran variedad de vehículos que transitan por esta arteria y también, debido a gran variabilidad de los porcentajes de los tipos vehículos se crearon 8 composiciones vehiculares, una para cada link. La composición vehicular usada en el presente estudio se puede observar en la Figura 3.12.

Figura 3.12: Composición Vehicular en la Av. Jorge Chávez.

Vehicle Compositions / Relative Flows			
Select layout...			
Coun	No	Name	
1	1	Jorge Chavez	
2	2	Alto de la Luna	
3	3	Parque de la M	
4	4	San Camilo	
5	5	Dean Valdivia	
6	6	Mollendo (entr	

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	1047: Car	0.580
2	300: Bus	1049: Bus	0.332
3	600: Bike	1048: Bike	0.018
4	610: Camionet	1047: Car	0.070

Fuente: Elaboración propia.

a) Periodos de Tiempo

Muchos modelos utilizan varios periodos de tiempo para especificar la entrada de los flujos de vehículos al modelo. Esto es aceptable, pero no es normalmente necesario usar más de un tiempo de periodo para cada hora del tiempo de simulación. Para la definición de los periodos de tiempos se tomó en cuenta tiempos específicos en los que el flujo se incrementa o decrece debido a diferentes eventos.

Cabe resaltar que debido a que se introdujeron los valores del flujo vehicular en intervalos de 5 minutos (de la misma forma que fueron

tomados en campo) se especificó que estos eran los valores del "Volumen Exacto" y no pertenecían a un "Volumen Estocástico".

b) Modelación de Peatones

La modelación de peatones no fue considerada en esta investigación debido a las limitaciones en el presupuesto.

c) Áreas de Reducción de Velocidad y Decisiones de Velocidad deseada

Las Áreas de Reducción de Velocidad son necesarias cuando la geometría del carril o arteria ocasiona que los conductores deban desacelerar (ej. esquinas pronunciadas, poca visibilidad, etc.) Para las maniobras de giro fue creado un conjunto de distribuciones de velocidad, cada uno aplicado a un cierto rango de radios de giro, con una distribución de velocidades pequeñas para radios de giro pequeños. Esto ayuda al momento de la calibración, debido que un cambio en la distribución de la velocidad específica afectará todos los movimientos de giro de un radio particular. Como es recomendado, estas Áreas de Reducción de Velocidad fueron usadas en todas las líneas de parada para poder calibrar la intersección, especialmente cuando la simulación se aproxime a los flujos de saturación.

Las Decisiones de Velocidad Deseada son normalmente usadas cuando los vehículos se mueven entre un límite de velocidad y otro, además cuando entran o salen de una autopista. Son comúnmente ubicadas en las entradas y salidas de la arteria principal. Esto asegura que las velocidades son apropiadas y todos los vehículos retornan a su velocidad normal a la salida.

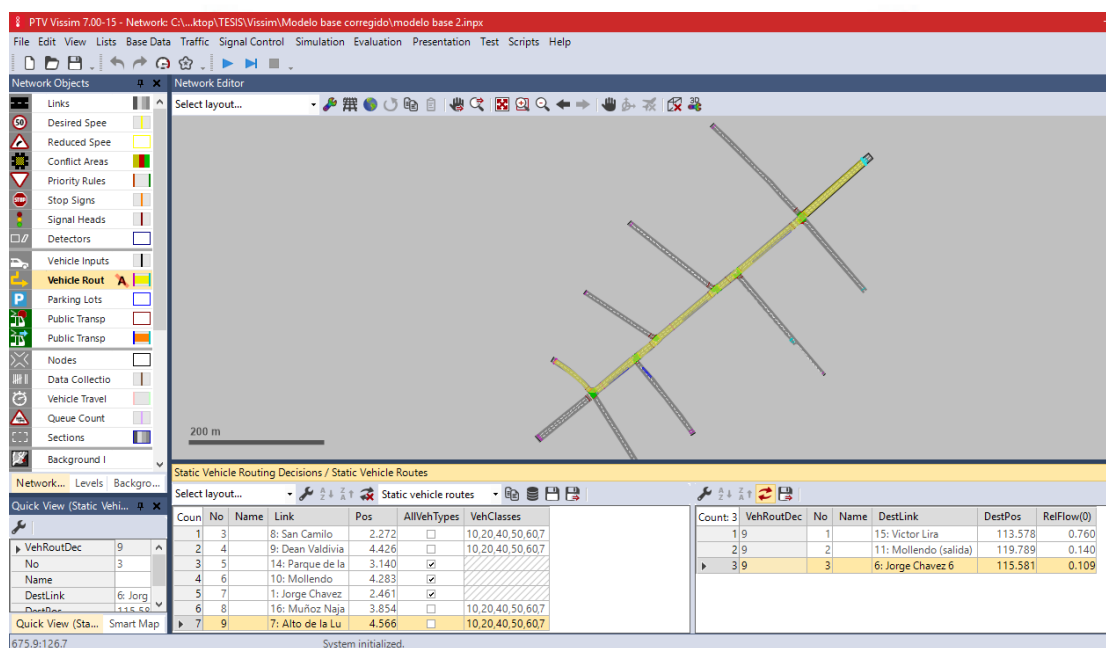
d) Decisión de Rutas

Los puntos de inicio de cada link fueron tomados como decisiones de ruta y fueron colocadas a distancias adecuadas teniendo en cuenta la posición de los conectores. Esto permitirá que los vehículos entren en la red en los carriles apropiados sin causar ningún tipo de congestión o bloqueo irreal.

Todas las entradas de vehículos requieren al menos una decisión de ruta. En la usencia de estas rutas, el programa no producirá ningún error, pero los vehículos viajarán a través del primer conector que encuentren a lo largo de su trayectoria.

Como se puede observar en la Figura 3.13, la decisión de ruta de Alto de la Luna hacia la Av. Jorge Chávez, así como, en la parte inferior una lista de las otras rutas.

Figura 3.13: Decisión de rutas para la zona bajo estudio.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Control de la infraestructura

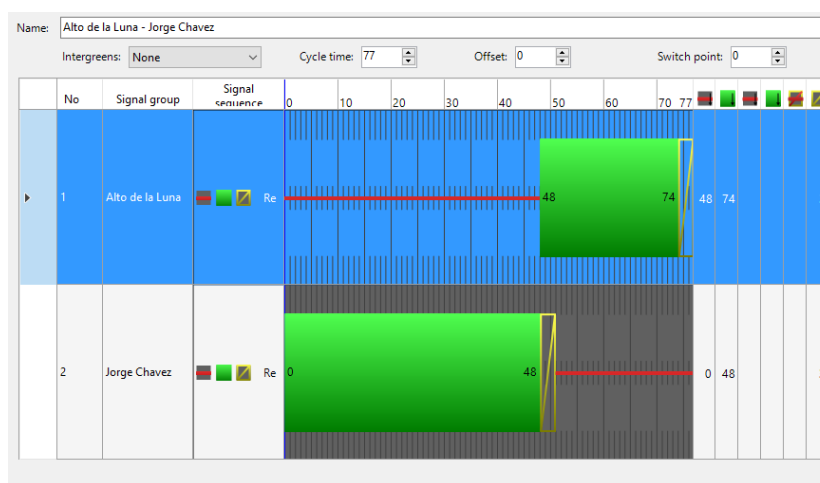
a) Modelación de los controladores de tráfico

Los Controladores de Tráfico, en nuestro caso semáforos, fueron modelados como tiempo fijo, para la primera parte de la simulación de esta investigación.

Estos fueron establecidos de acuerdo a los datos tomados en campo de los semáforos existentes.

Por defecto, estos son actualizados al final de cada segundo de simulación. En la Figura 3.14 se observa los ciclos de semáforos para el Modelo Base tipo pre – fijo para la intersección Alto de la Luna – Jorge Chávez.

Figura 3.14: Ingreso de Datos a Vissim de los ciclos del Semáforo correspondiente a la Intersección Jorge Chávez – Alto de la Luna.



Fuente. Elaboración propia. Plataforma, Ptv Vissim, 2011.

b) Lógica de controlador

Para la segunda parte de esta investigación se utilizó el módulo VAP para la implementación de la lógica de los controladores de señal, así como, de los tiempos de los ciclos. Los métodos de control rara vez cambian en el día o en el transcurso del día y por lo tanto un solo procedimiento y lógica en VAP puede ser usado para modelar cada periodo pico usando diferentes números de programas para determinar los cambios en el estado de los ciclos.

3.6. Calibración del modelo base

La precisión de los modelos de tráfico se obtiene durante el proceso de calibración del modelo. La calibración del modelo es el proceso por el cual se colocan datos verificables al modelo de tráfico para replicar las condiciones observadas de la zona bajo estudio como: ancho de carriles, número de carriles, volumen de vehículos, velocidades de marcha y recorrido. Durante la calibración se necesitó ajustar varios de los parámetros del modelo para poder recrear el comportamiento observado.

Dentro de la información requerida para la calibración tenemos:

- Levantamiento de la red vial.
- Levantamiento de las intersecciones.

- Programaciones de los semáforos.
- Identificación de rutas de transporte público, paraderos, detenciones, etc.
- Mediciones de flujo vehicular.

3.6.1. Criterio de calibración de aforos vehiculares: GEH Estadístico

El GEH Estadístico es una fórmula usada en Ingeniería de Tráfico, especialmente, en el modelamiento de tráfico, que permite comparar dos conjuntos de volúmenes de tráfico. Esta fórmula recibe su nombre debido a su inventor Geoffrey E. Havers, quien la creó en los años 70 mientras trabajaba en Inglaterra. A pesar de tener una forma matemática similar a la prueba de Chi-cuadrado, no es una verdadera prueba estadística. Es más bien, una fórmula empírica que ha probado ser muy útil en diferentes análisis de tráfico.

Esta expresión se calcula con la siguiente fórmula:

$$GEH = \sqrt{\frac{(E - V)^2}{\frac{(E + V)}{2}}}$$

Donde:

GEH= indicador estadístico

E = volumen estimado por el modelo

V = volumen medido en campo

Para los modelos base, un GEH menor a 5.0 es considerado un buen emparejamiento entre el modelo simulado y el observado. Se recomienda que el 85% de todos los volúmenes de tráfico del modelo deben tener un GEH menor a 5. Si el GEH varía entre 5.0 y 10.0 esto puede causar alguna desviación en la investigación. Finalmente, si los valores son mayores a 10.0, hay una probabilidad bastante alta que haya un problema en el modelo de demanda de viajes o en los datos ingresados al programa.

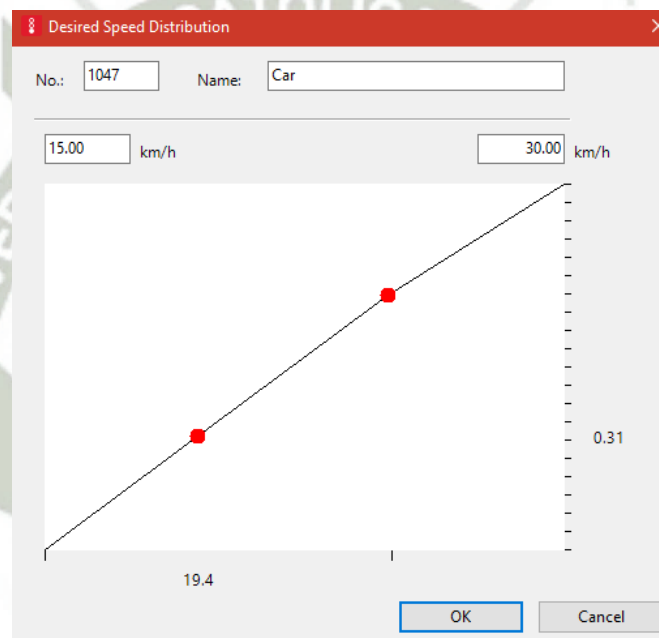
3.7. Validación del modelo base

La validación es el proceso de comparar los resultados del modelo con datos medidos independientemente y que no fueron usados durante el proceso de calibración. El propósito de la validación es verificar que el modelo ha sido calibrado correctamente y es, por lo tanto, capaz de reproducir predicciones válidas para los escenarios propuestos.

Para poder lograr los objetivos del proceso de validación ciertos parámetros fueron tomados en cuenta (parámetros relevantes al modelo propuesto). Dentro de los parámetros usados para la validación del modelo se tenemos: tiempos de viaje, velocidades de marcha y de recorrido, velocidades punto, cantidad de vehículos que ingresan en las diferentes intersecciones, etc.

Como se puede observar en la Figura 3.15 y en la Tabla 3.8 las velocidades de los vehículos están dentro del rango definido al momento de la creación del escenario base, entre 15 km/h y 30 km/h. Los valores se mantienen por debajo de los 20 km/h debido a la severa congestión de la vía.

Figura 3.15: Validación de las Velocidades de la Clase de vehículo correspondiente a los vehículos privados.



Fuente: Elaboración propia. Plataforma VISSIM.

Tabla 3.8: Velocidad de los vehículos en el Modelo Base

HORA	LINK	VELOCIDAD (km/h)
7:00 - 8:00	Jorge Chávez	18.76
8:00 - 9:00		18.58
9:00 - 10:00		17.26
10:00 - 11:00		17.68
11:00 - 12:00		17.98
12:00 - 13:00		15.48
13:00 - 14:00		15.06
14:00 - 15:00		17.19
15:00 - 16:00		17.38
16:00 - 17:00		17.57
17:00 - 18:00		16.95
18:00 - 19:00		17.30

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describe la metodología utilizada en la segunda parte de esta investigación correspondiente a la modelación de modelo adaptativo en VAP.

3.8. Escenario N° 2 – Modelo Accionado

El Modelo de Control de Tráfico Accionado, modelo propuesto, fue desarrollado a partir del modelo base y ha sido modificado para incorporar los cambios propuestos a la zona en estudio. Al comparar el modelo propuesto con el modelo base original, se identificará el impacto de los cambios propuestos, permitiendo la toma de decisiones y por consiguiente la implementación de estrategias.

El alcance del esquema del modelo propuesto, puede variar desde ajustes de ciclos en una intersección hasta el diseño completo de las intersecciones o la modificación de los métodos de control a través de la zona de estudio. Debido a que el modelo propuesto es una versión modificada del modelo base validado, cualquier modificación al modelo base debe ser limitada a lo mínimo requerido.

Dentro de los parámetros que han sido tomados en cuenta tenemos:

- Tiempos de viaje.

- Demora promedio.
- Niveles de servicio.
- Demoras debido a largos de cola.
- Tiempos de parada promedio.
- Número de paradas promedio.

Durante el desarrollo del modelo accionado por vehículos, fue considerado los cambios propuestos en el Plan de Desarrollo Metropolitano 2016 - 2025, así como, el impacto de estos en la zona de estudio.

Dentro de los Criterios de Evaluación del Modelo propuesto se tiene como primer criterio, siendo este el criterio esencial, el cambio del sistema de control de tráfico, de un sistema de control fijo a un sistema de control accionado por vehículos, en tiempo real.

Se debe resaltar que después de la optimización inicial e implementación del Modelo propuesto, otros criterios fueron incluidos a la investigación como:

- ✓ Incorporación de un carril exclusivo para buses (transporte privado).
- ✓ Implementación de un semáforo adicional en la Calle Otero (parque de la muela).
- ✓ Implementación de Olas Verdes.

Cada uno de estos criterios será descrito en los subsiguientes capítulos.

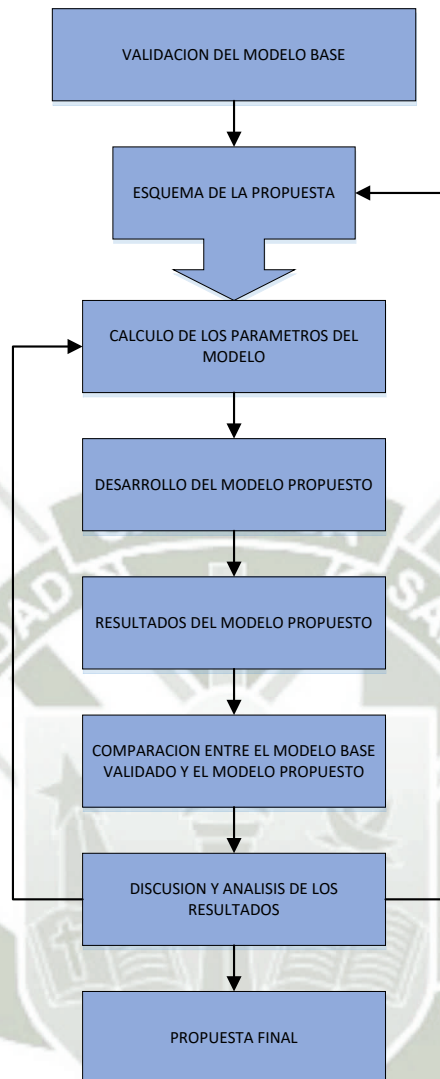
3.8.1. Optimización del Modelo Propuesto

Debido a que la vía en estudio trabaja a niveles de capacidad mayores a los diseñados, fue necesario coordinar el movimiento del tráfico para permitir su uso eficiente. El control de vehículos en la vía ha sido eficazmente vinculado a la óptima configuración de los ciclos del semáforo para los niveles de demanda vehicular.

Para poder obtener los ciclos de semáforos óptimos se usó un software de micro-simulación, VISSIM, que permitió el análisis de los tiempos de estos ciclos. VISSIM permite trabajar con redes viales sobresaturadas conjuntamente con el módulo VAP que sirve para el desarrollo de algoritmos y la optimización de los ciclos de semáforo.

El proceso que se siguió para la optimización del modelo de tráfico estudiado esta descrito en la Figura 3.16.

Figura 3.16: Diagrama Esquemático del Desarrollo y Evaluación del Modelo Propuesto de Tráfico.



Fuente: Elaboración propia.

- Fase Uno: optimización inicial, usada para mejorar las fases del ciclo después que los cambios más importantes han sido implementados de acuerdo al modelo propuesto.
- Fase Dos: ajustes detallados y evaluación del impacto de las medidas propuestas, usada para obtener ciclos de semáforos que maximicen la funcionabilidad del modelo propuesto en base a la estimación del impacto.
- Fase Tres: implementación del modelo propuesto, esta fase está fuera del alcance de esta tesis.

Las fases de optimización están descritas a continuación y diagramas de flujo son acompañados para su mejor comprensión.

a) *Fase Uno*

i. *Optimización Inicial*

La fase inicial para la optimización del modelo otorgó una oportunidad para evaluar la funcionabilidad del modelo propuesto después que diversas decisiones sobre el diseño fueron implementadas. La configuración inicial es generada automáticamente a través de la optimización de los algoritmos empleados en los diferentes paquetes de software, en nuestro caso VISSIM/VISVAP que nos permite minimizar las demoras.

Para esto se implementó el *Sistema de Control de Tráfico Accionado por Vehículos* mediante el desarrollo de un algoritmo de control y la incorporación de detectores en las Av. Jorge Chávez.

Dentro de las decisiones tomadas durante el desarrollo del modelo propuesto se determinó si era necesario influenciar el optimizador del software con coeficientes o penalidades. Estos fueron aplicados para mejorar el algoritmo para producir fases que redujeran la demora o limitara las colas en partes específicas del modelo propuesto.

Durante la fase inicial de optimización fue esencial analizar el impacto de la optimización de ciclos considerando la longitud de las colas, la progresión de los carros y la funcionabilidad de la red vial en global. La propuesta optimizada solo paso a la segunda etapa cuando los aspectos fundamentales del diseño y estrategia de ciclos de semáforos eran aceptables. Dentro de los aspectos tomados en cuenta se tienen:

➤ **Tiempo verde no utilizado**

El Tiempo Verde no utilizado estuvo presente en el modelo base validada, representando tiempo perdido debido al comportamiento del conductor, a las características de localización de la intersección, debido a la congestión o a un bloqueo en la salida, este último puede deberse al 'spillback'. Para poder modelar este Tiempo Verde no utilizado nos basamos en los datos recolectados, además, fueron representados como fase negativas o periodos perdidos.

➤ Efectos de Acumulación en la Intersección

La acumulación de vehículos frente a las líneas de parada fue modelada como un tiempo verde 'extra' para tener en cuenta el paso de todos los vehículos durante el periodo intermedio del tiempo verde. Además, debido a la alta demanda vehicular en algunas intersecciones, se tuvo que recalcular el tiempo verde en la Avenida Jorge Chávez, mediante la extensión de tiempos verde dependiente de la demanda.

➤ Optimización de los tiempos del ciclo

El objetivo principal de esta fase es escoger el tiempo de ciclo del semáforo óptimo que equilibre la demanda de vehículos con el retraso o demora de los peatones. Si un cambio en el tiempo de ciclo está bajo consideración, entonces es importante entender el impacto que este tendrá en los peatones que necesiten cruzar por la intersección, así como, su conexión con los semáforos adyacentes.

Para poder minimizar el retraso o demora en los peatones se utilizaron tiempos verde mínimos, así como, tiempos verde máximos. Un tiempo de espera ideal para peatones no debe exceder los 35 segundos. El mínimo tiempo verde en un ciclo es de 25 segundos.

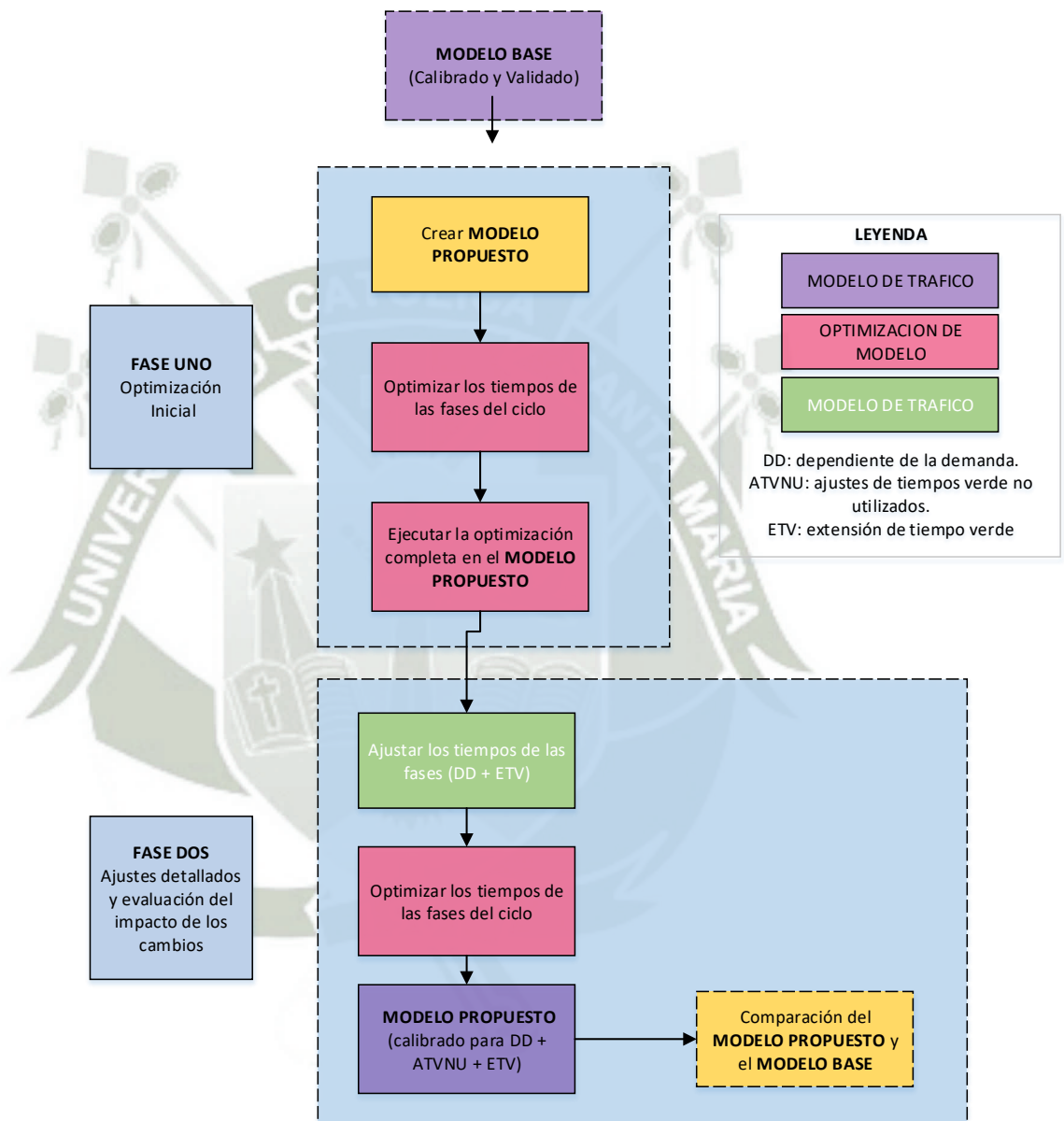
➤ Funcionabilidad de la Intersección

Para poder medir la funcionabilidad de la intersección se debe en cuenta la relación entre las demoras del flujo de tráfico y el grado de saturación. Esta relación se puede ver ilustrada en la Figura 3.18. En esta se puede observar que el retraso o demora empieza a incrementarse exponencialmente hacia arriba hasta llegar aproximadamente a un 85% del grado de saturación. En las intersecciones sobresaturadas (aproximadamente 90% del grado de saturación), pequeñas reducciones en la capacidad resultarán en un incremento significativo en la demora o retraso. Es por esta razón que un grado de saturación correspondiente a un 90% representa un límite superior de capacidad práctica para intersecciones semaforizadas. Las relaciones de capacidad en intersecciones son importantes al momento de diseñar los esquemas en orden de

asegurar que los nuevos modelos propuestos funcionen de forma adecuada en la red vial existente.

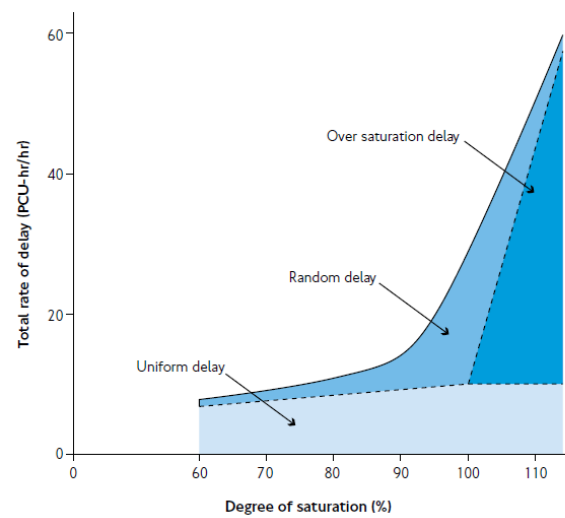
Se observa en la Figura 3.17 una metodología más a detalle, de las diferentes fases para una mejor comprensión.

Figura 3.17: Diagrama Esquemático del Modelo de Optimización Propuesto



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.18: Relación entre la demora en la intersección y el grado de saturación.



Fuente: Manuel Vissim. PTV Vissim, 2011.

b) Fase dos: Ajustes Detallados de la Optimización

En esta etapa se modificó la configuración inicial generada automáticamente por el algoritmo del software usado (VISSIM). En esta etapa del proceso se intentó maximizar la funcionabilidad de la arteria con modificaciones mínimas. A continuación se detallan algunos enfoques tomados en cuenta para generar una estrategia operable final.

i. Balance de la Red

La red vial bajo estudio evidenció problemas de almacenamiento de carros, colas largas y spillback después de la optimización inicial, lo que condujo a un ajuste manual de los tiempos de las diferentes ciclos durante la segunda fase para poder balancear la red bajo estudio lo que nos permitirá una optimización que asegure una progresión continua de flujos de vehículos pero con una capacidad de la red vial fija.

En esta etapa se tuvo que priorizar el flujo vehicular en la Av. Jorge Chávez (movimiento principal), minimizando la demora, de modo que se creó una forma de Ola Verde.

ii. Uso de la Capacidad de la Red

Para poder asegurar que la capacidad de la red vial está siendo usada adecuadamente, debemos tener en cuenta dos problemas frecuentes que causan congestión: el bloqueo de las salidas y la canalización (problemas observados en la Av. Jorge Chávez, así como, en las intersecciones adyacentes a esta).

Frecuentemente, cuando no se hace uso de la capacidad total de los carriles corriente arriba, es debido a la canalización del tráfico en una corta distancia. El potencial impacto de la canalización del tráfico se vio reflejado en las conexiones del carril corriente arriba del modelo. Respecto al segundo problema, este afectará a un grupo de vehículos y no a los vehículos de forma individual.

Una vez que toda la configuración interna de los conectores y carriles está completa, la optimización puede ser realizada. Se optó por una revisión minuciosa de los perfiles de flujo cíclico para asegurar una apropiada coordinación del flujo de grupo de vehículos entre las intersecciones. Debido a que la Calle Otero (Parque de la Muela) está constantemente bloqueada por los vehículos de transporte público que atraviesan la Av. Jorge Chávez, se optó por incorporar un semáforo adicional que permite una mejor interacción entre los vehículos en esta intersección.

Este análisis confirmó que la estrategia de control está siendo apropiadamente implementada y provee una oportunidad para promover un uso eficiente de los carriles. Además, uno de los cambios implementados es el uso de un carril exclusivo para los buses, que se localizó en el primero carril de la derecha en la Av. Jorge Chávez.

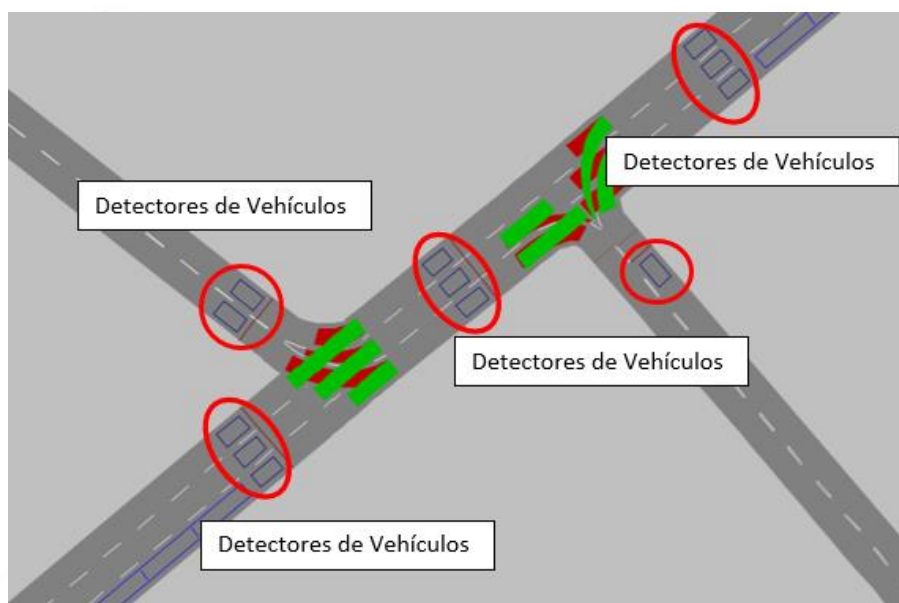
iii. Protección de la red

Debido a que el tramo de red vial en estudio opera, actualmente, cerca de los límites de capacidad, fue necesario proteger la red vial de fluctuaciones de tráfico inesperados. Para poder mitigar esto, se ajustaron los tiempos de la fase verde para saturar cualquier link externo no saturado. Esta estrategia fue usada para prevenir que los links internos se sobresaturen con un tráfico que no puede ser almacenado en la red vial. Los links internos

sobresaturados pueden inducir altos niveles de demoras impredecibles y tiempos de viajes pobres y poco confiables.

Partiendo del modelo creado para calibrar la subred se elabora un modelo que opere con estrategia de control accionado, para lo cual se implementan varios detectores sobre la vía principal y secundaria, como se puede observar en la Figura 3.19:

Figura 3.19: Ubicación de los detectores en la Avenida Jorge Chávez



Fuente: Elaboración propia. Plataforma VISSIM

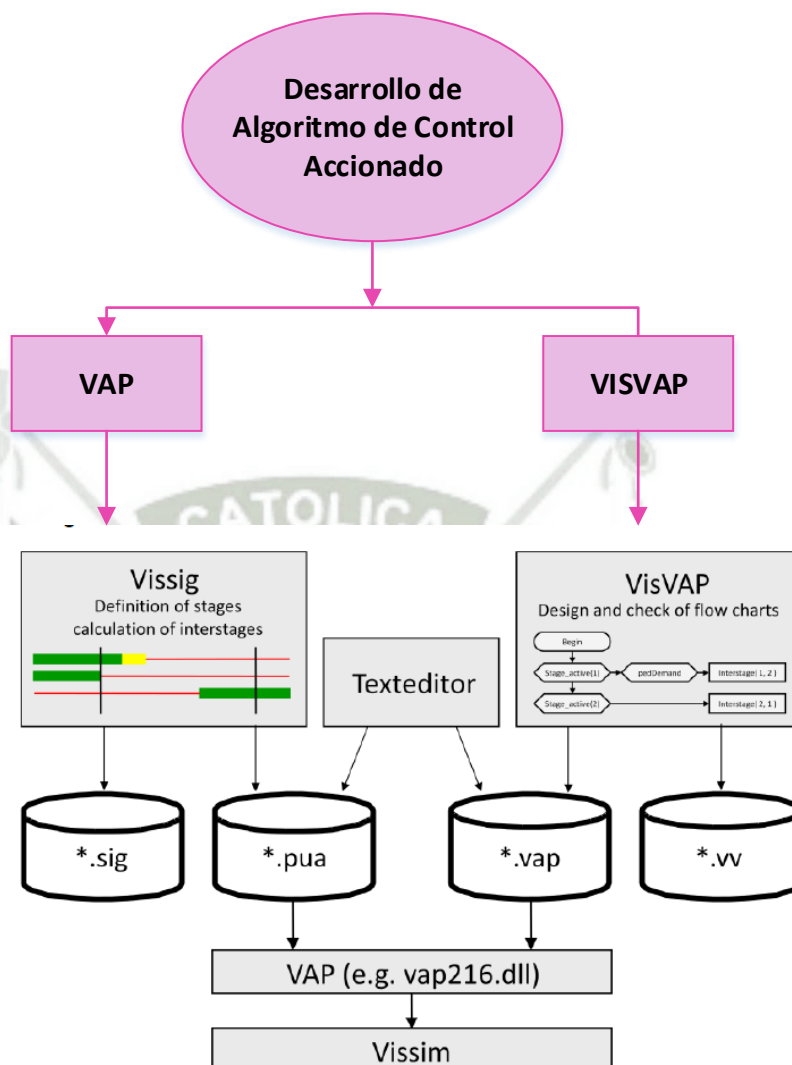
3.9. Desarrollo del Algoritmo de Control Accionado

El algoritmo de Control Accionado es necesario para poder describir las acciones de las intersecciones que operan median un sistema de estrategia de control accionado y establecer determinaciones claras e inequívocas para la programación del equipo de control. La metodología usada para el desarrollo de un algoritmo se describe a continuación en la Figura 3.20.

El control de estrategia accionado creado con lógicas propias en un modelo de micro – simulación (VISSIM) requiere de una interfaz VAP (Vehicle Actuated Programming) o VISVAP para el caso a estudiar.

En primer lugar se debe crear una lógica en la interfaz VISVAP, esta lógica requeriría de un archivo adicional cuya extensión es *.pua. Este archivo contendrá las características como: número de fases, tiempo mínimos, con que fase comenzará cada ciclo, etc.

Figura 3.20: Metodología para el Desarrollo del Algoritmo de Control Accionado.



Fuente: Plataforma del programa Vissim 7.0. PTV. Alemania 2010.

3.9.1. Creación de un Control VAP

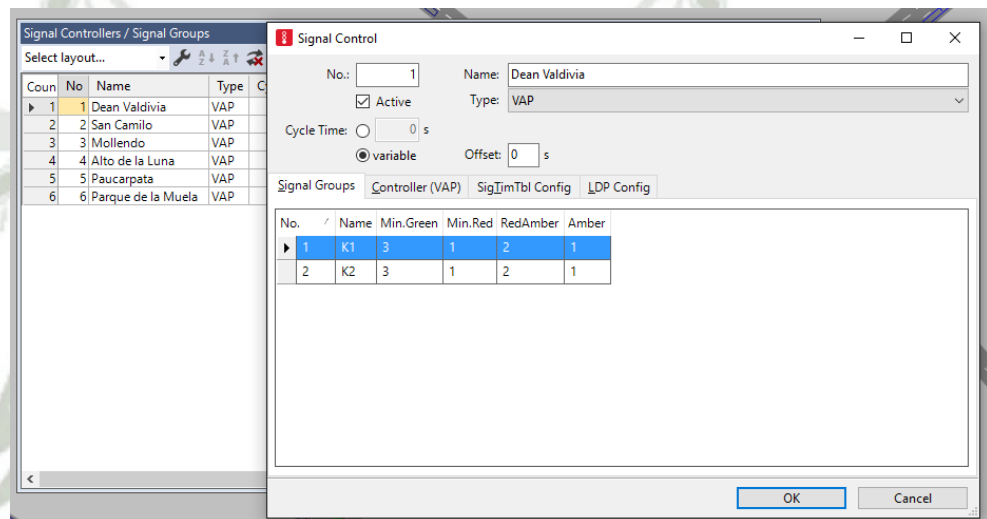
VISSIM permite establecer una serie de controladores de señal mediante el menú de edición de controladores. Para especificar los archivos correspondientes, se selecciona el controlador VAP de la lista, en el cuadro de dialogo. Adicionalmente, debe creara un archivo con las definiciones de la lógica *.VAP y un archivo que contiene las diferentes fases *.PUA. Además, los grupos de señal y los detectores, deben ser previamente definidos. Se puede observar en la Figura 3.21, el modelo de uno de los componentes del controlador VAP.

a) Descripción de un Archivo *.PUA

La definición de grupos de señales, fases y secuencia de fases se definen en el archivo *.PUA, como el presentado en la Figura 3.22. La elaboración de un archivo de este tipo puede ser editado de forma manual, o exportado desde otro programa que proporcione estos datos. Como mínimo, este tipo de archivo ofrece la siguiente información:

- Definición de todos los grupos de señal.
- Definición de todas las fases (lógico de los grupos de señal).
- Definición de la fase inicial basada en la lógica de los grupos de señales.

Figura 3.21: Elaboración de un controlador propio en VAP



Fuente: Plataforma del programa Vissim 7.0. PTV. Alemania 2010.

```

Dean Valdivia: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
$SIGNAL_GROUPS
$
K1 1
K2 2
$IGM
$
K1 K2
K1 -127 3
K2 6 -127
$STAGES
1 Stage_1
2 Stage_2
$
Stage_1 K1
red K2
Stage_2 K2
red K1
$STARTING_STAGE
$
Stage_2
$INTERSTAGE1
Interstage_number : 12

```

b) Descripción de un Archivo *.VAP

El archivo VAP es un archivo de texto plano, donde se escribe la lógica para determinado Controlador de Señales que afectara a ciertos grupos de señales, dicha lógica es escrita en lenguaje de programación VAP, como se puede observar en la Figura 3.23. Para mayor información sobre cómo escribir este algoritmo referirse al Manual VISVAP 2.16.

VisVAP - [Dean Valdivia] [CHART]

File Edit Chart View Compile Debug Window ?

Start

Init=0

start Timer

Init=1

!stop 2 >=45 AND (T_green(1 >T_green_min(1)) AND (Stage_active(1) AND (((Headway(2 >3) OR Headway(4 >3) OR Headway(6 >3)) AND (((Occu_rate(7 >0.30) OR (Occu_rate(9 >0.30)) OR (Timer < 70))

Start_at TimerSub : 0; Stop(Timer)

Interstage(2, 1)

Start_at(Timer : 1; Stop(TimerSub)

Stop

STEPHANIE BALLON ROMERO

CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS

4.1. Introducción

A continuación se describen los diferentes análisis realizados, así como, una breve interpretación de cada uno de ellos. Las variables que han sido analizadas fueron descritas en el capítulo anterior.

4.2. Análisis del Escenario 1

El entorno de Vissim permite el desarrollo de modelos de tráfico urbano y de transporte público, así como, flujo de peatones mediante una micro-simulación.

La simulación llevada a cabo consiste internamente en dos diferentes partes:

- Intercambio de información recibida por los detectores
- Estados de los semáforos a través de la interfaz.

La simulación genera una visualización de la operación de tráfico y genera los resultados agregando datos estadísticos como: tiempos de viaje y largos de cola.

Este simulador de tráfico es un modelo de simulación microscópica de flujo de tráfico que incluye una lógica de seguimiento de vehículos y de cambio de carril. El generador de estado de señal de tráfico es un programa de control de tráfico detector de información basado en un modelo discreto de tiempo. Después determina el estado de la señal de tráfico para retornar esta información al simulador de tráfico. Esta relación se puede observar en la Figura 4.1.

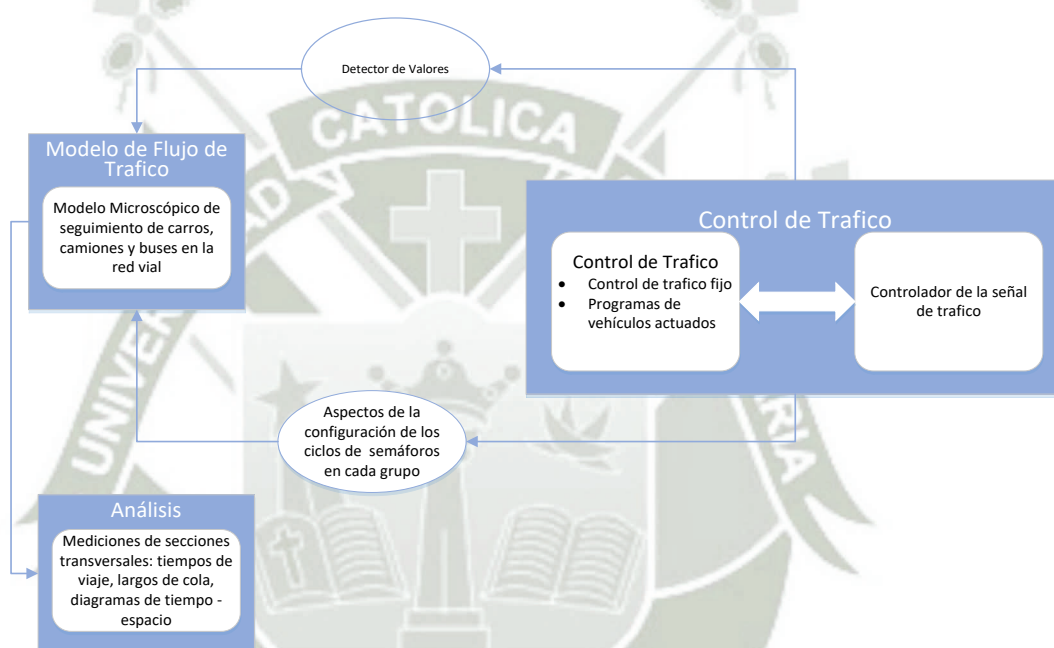
4.2.1. Velocidad de Marcha y Velocidad de Recorrido

Para la vía bajo estudio, y de acuerdo con la información obtenida en campo se observa que la velocidad promedio de recorrido y de marcha, de los 10 recorridos realizados en la hora pico para el transporte privado que incluyen autos, camionetas y taxis, es respectivamente 12.4 km/h y 16.1 km/h, como indica la Tabla 4.1. Así mismo, se puede observar que en su totalidad las demoras son causadas por la congestión y los tiempos de espera en el

semáforo. Cabe aclarar que, estas velocidades corresponden a vehículos privados que transitan, en su mayoría, por los carriles 2,3 (carriles de la izquierda), debido a que los vehículos de transporte público pierden demasiado tiempo esperando a pasajeros.

En la Tabla 4.2 podemos observar las Velocidades de Marcha y de recorrido para el Transporte Público, que son: 3.5 km/h y 7.7 km/h respectivamente.

Figura 4.1: Comunicación entre el simulador de tráfico y el generador de estado de la señal de tráfico.



Fuente: Elaboración propia

a) Velocidad de Punto

El estudio de la Velocidad de Punto se llevó a cabo teniendo en cuenta el tiempo que el vehículo recorre una distancia prefijada, de forma tal que todas las lecturas de velocidad deben ser causales y representativas de las condiciones de flujo para la hora de máxima demanda, y de esta manera medir las características de la velocidad en ubicaciones específicas bajo las condiciones prevalecientes de tráfico y diferentes condiciones ambientales durante el estudio. Sin embargo, cabe aclarar, que la metodología utilizada puede incurrir en inexactitudes en comparación si este estudio se realizará con tecnología más avanzada. (La presente investigación no cuenta con recursos suficientes).

Tabla 4.1: Velocidad de Marcha y Recorrido – Transporte Privado (autos, camionetas, taxis).

TRAMO	DISTANCIA (km/h)	N°	Tiempo Gastado	Tiempo Gastado (hora)	DEMORAS (seg)		TIEMPO EFECTIVO			VELOCIDAD (km/h)	
					Duración	Total	Causa	Tiempo	Tiempo (hora)	Recorrido	Marcha
Av. Jorge Chávez (desde Víctor Lira hasta Paucarpata)	0.401	1	0:02:41	0.04466	00:18.2	0:39.6	1*	0:02:01	0.03361	9	11.9
					00:21.4		1*				
		2	0:02:13	0.03687	00:19.4	0:19.4	1*	0:01:53	0.03139	10.9	12.7
		3	0:02:04	0.03448	00:19.9	0:19.9	1*	0:01:44	0.02889	11.6	13.9
		4	0:01:36	0.02661	00:02.6	0:34.9	1*	0:01:01	0.01694	15.1	23.7
					00:13.0		1*				
					00:19.2		1*				
		5	0:01:41	0.02809	00:27.3	0:27.3	1*	0:01:14	0.02056	14.3	19.6
		6	0:02:27	0.0407	00:04.4	0:13.7	1*	0:02:13	0.03694	9.9	10.9
					00:09.3		2**				
		7	0:01:54	0.0317	00:08.3	0:08.3	2**	0:01:46	0.02944	12.7	13.7
		8	0:01:31	0.02533	00:15.9	0:29.2	2**	0:01:02	0.01722	15.8	23.3
					00:13.3		1*				
		9	01:59.7	0.03324	00:03.3	0:22.4	1*	0:01:37	0.02694	12.1	14.9
					00:19.1		2**				
		10	01:54.5	0.03181	00:28.8	0:28.8	1*	0:01:26	0.02389	12.6	16.8
TOTAL			0:20:01	0.33367	04:03.4	4:03.5	1*	0:15:57		6:22:48	6:22:48
PROMEDIO										12.4	16.1

* 1=semáforo, ** 2=congestión

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.2: Velocidad de Marcha y Recorrido – Transporte Publico.

TRAMO	DISTANCIA	N°	Tiempo Gastado	Tiempo Gastado (hora)	DEMORAS (seg)			TIEMPO EFECTIVO		VELOCIDAD (km/h)	
					Duración	Total	Causa	Tiempo E.	Tiempo E. (hora)	Recorrido	Marcha
Av. Jorge Chávez (desde Víctor Lira hasta Paucarpata)	0.401	1	0:05:55	0.09852	00:11.4	03:08.0	1,2*	0:02:47	0.04629	4.1	8.7
					00:24.7		1,2,3*				
					00:03.1		1,3*				
					01:49.6		1,2*				
					00:39.2		1,3*				
		2	0:04:18	0.07172	00:49.1	02:03.4	1*	0:02:15	0.03743	5.6	10.7
					00:23.5		1,2,3*				
					00:37.5		1,2*				
					00:13.3		1,2*				
		3	0:11:24	0.18991	03:10.6	08:35.0	1*	0:02:49	0.04684	2.1	8.6
					02:37.3		1,2*				
					01:23.6		1,2,3*				
					01:23.6		1,2*				
		4	0:09:18	0.15505	00:22.6	05:33.4	1*	0:03:45	0.06245	2.6	6.4
					00:26.3		1,2,3*				
					00:32.5		1,2*				
					00:22.3		1,3*				
					00:38.3		1,2,3*				
					00:56.9		1,2,3*				
					01:09.0		1,2*				
					01:05.5		1,2*				
		5	0:10:56	0.18211	00:57.2	07:10.0	1*	0:03:46	0.06266	2.2	6.4
					00:37.8		1,2,3*				
					01:00.0		1,2*				
					00:59.1		1,2,3*				
					01:23.0		1,2*				
					02:12.9		,3*				
		6	0:05:24	0.08993	00:34.0	02:27.4	1*	0:02:56	0.04898	4.5	8.2
					00:15.6		1,2*				
					00:33.5		1,2,3*				
					00:29.2		1,3*				
					00:35.1		1,2*				
		7	0:05:49	0.09692	00:19.3	02:56.2	2**	0:02:53	0.04799	4.1	8.4
					00:21.7		1,3*				
					00:01.1		1,2,3*				
					00:24.4		1,2*				

TRAMO	DISTANCIA	N°	Tiempo Gastado	Tiempo Gastado (hora)	DEMORAS (seg)			TIEMPO EFECTIVO		VELOCIDAD (km/h)		
					Duración	Total	Causa	Tiempo E.	Tiempo E. (hora)	Recorrido	Marcha	
Av. Jorge Chávez (desde Víctor Lira hasta Paucarpata)					00:48.1		1,2,3*					
					01:01.6		1,2*					
		8	0:06:58	0.11611	00:34.5	03:26.8	2**	0:03:31	0.05865	3.5	6.8	
					00:12.9		1,2*					
					00:25.9		1,3*					
					00:37.5		1,2,3*					
					00:35.9		1,2,3*					
					00:21.8		1,2*					
					00:38.5		1,2*					
		9	07:17.2	0.12144	00:33.4	04:04.9	1*	0:03:12	0.05342	3.3	7.5	
					00:33.3		1,2*					
					00:29.5		1,3*					
					00:09.1		1,2,3*					
					00:22.5		1,3*					
					00:07.6		1,3*					
					01:21.4		1,2,3*					
					00:28.1		1,2*					
		10	08:48.9	0.14691	00:14.0	04:16.8	1*	0:04:32	0.07559	2.7	5.3	
					00:27.8		1,3*					
					00:11.6		1,2*					
					00:30.2		1,2,3*					
					00:45.0		1,2*					
					01:07.0		1,2,3*					
					01:01.2		1,2*					
TOTAL			1:10:12	1.17009				1:10:12	12:58:01			
PROMEDIO									3.5	7.7		
* 1=semáforo, 2=congestión, 3= tiempo gastado en pasajeros (incluye espera de pasajeros, subida y bajada de p pasajeros)												

* 1=semáforo, 2=congestión, 3= tiempo gastado en pasajeros (incluye espera de pasajeros, subida y bajada de pasajeros)

Fuente: Elaboración propia

a) Análisis Descriptivo de los Resultados

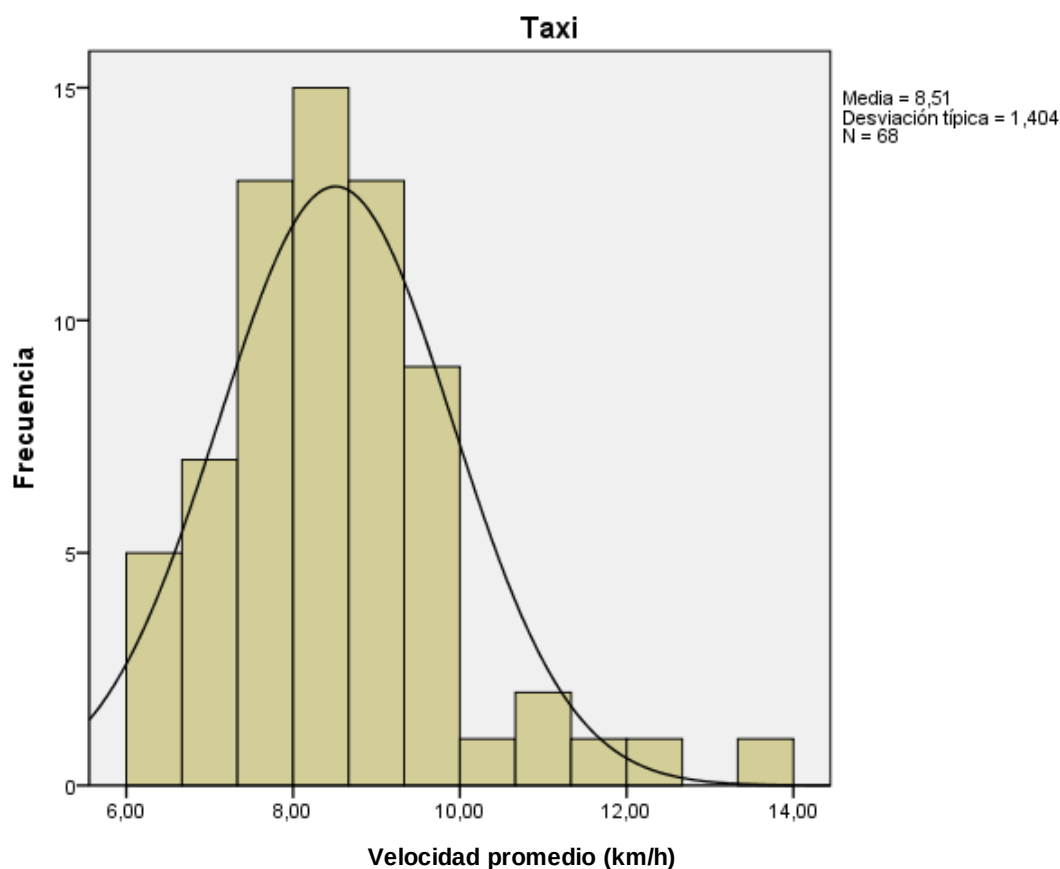
En primera instancia se calculó una serie de medidas descriptivas básicas para la Av. Jorge Chávez, discriminando por tipo de vehículo. Se realizó la interpretación de algunas medidas descriptivas básicas, para algunos tipos de vehículos. Para los demás, la interpretación es similar.

Tabla 4.3: Resumen medidas de tendencia central de velocidades. Av. Jorge Chávez

Tipo del Vehículo	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desviación Típica	Varianza
	Est.	Est.	Est.	Est.	Est.	Error típico	Est.	Est.
Taxi	68	7.53	6.03	13.56	8.5093	.17030	1.40432	1.972
Camioneta	8	4.86	5.98	10.84	8.7938	.53798	1.52164	2.315
Auto	31	9.28	6.33	15.61	9.3129	.38835	2.16225	4.675
Otros	5	7.42	7.35	14.77	10.1400	1.37525	3.07514	9.457
Minivan	5	5.77	8.83	14.60	11.7640	1.08502	2.42618	5.886
Moto	8	8.28	5.58	13.86	9.7738	1.25262	3.54296	12.553
Est. = Estadístico								

Fuente: Elaboración propia.

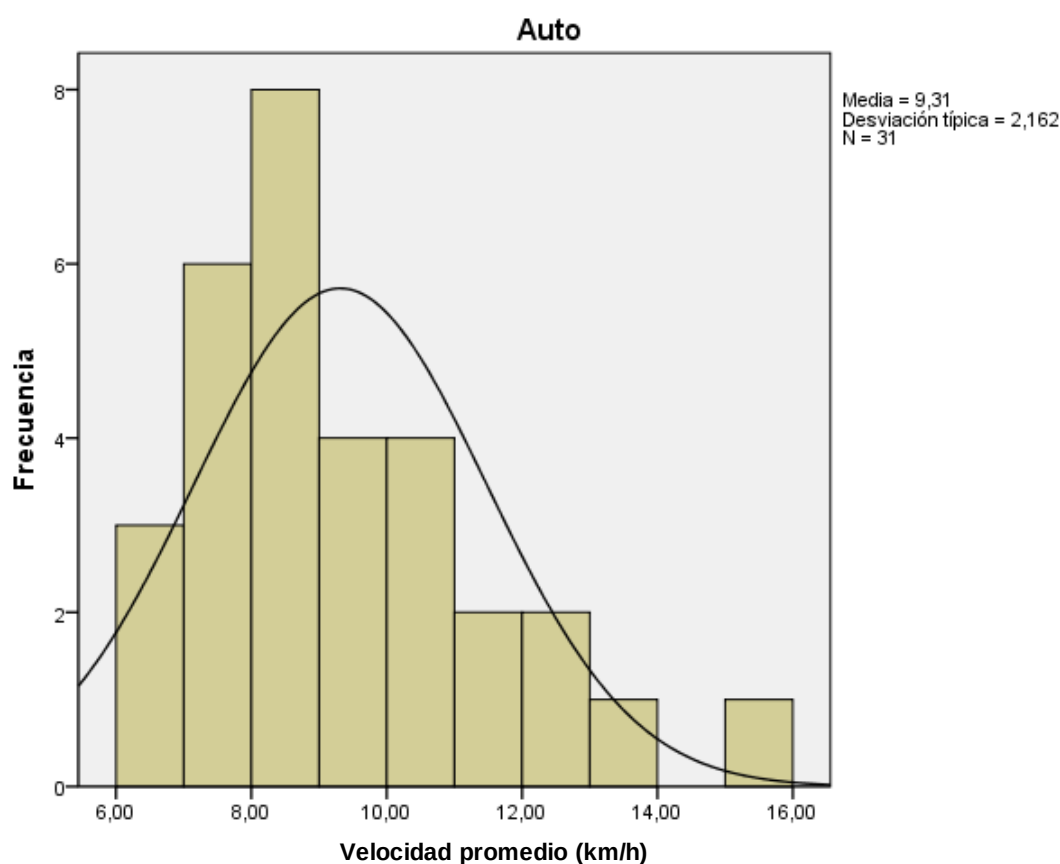
Figura 4.2: Histograma de la velocidad promedio (km/h) en la Av. Jorge Chávez, para la categoría: Taxi.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.2, podemos observar que la velocidad promedio de circulación para la categoría: Taxi en la Av. Jorge Chávez fue de 8.5 km/h con una desviación estándar de 1.401 km/h, lo que significa que la gran mayoría de taxis circulan a velocidades entre 7.1 km/h y 9.9 km/h. La velocidad mínima y máxima registrada fue de 6.03 km/h y 13.56 km/h respectivamente.

Figura 4.3: Histograma de la velocidad promedio (km/h) en la Av. Jorge Chávez, para la categoría: Autos.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4.3, podemos observar que la velocidad promedio de circulación para la categoría: Autos en la Av. Jorge Chávez fue de 9.31 km/h con una desviación estándar de 2.162 km/h, lo que significa que la gran mayoría de autos circulan a velocidades entre 7.15 km/h y 11.472 km/h. La velocidad mínima y máxima registrada fue de 6.33 km/h y 15.61 km/h respectivamente.

Usualmente en este tipo de estudios, se asume que las velocidades de circulación siguen una distribución normal. Para verificar este supuesto realizaremos una prueba de hipótesis, basadas en la información recolectada.

b) Resultados del análisis de normalidad para los datos de velocidades

El análisis de normalidad se llevara a cabo, teniendo en cuenta una prueba de hipótesis cuyo objetivo es verificar si los datos de velocidad registrados se distribuyen normalmente, es decir, la variable aleatoria Velocidad, tiene una distribución normal. Las hipótesis a contrastar son:

$H_o = \text{las velocidades se distribuyen normalmente}$

$H_a = \text{las velocidades no se distribuyen normalmente}$

El estadístico de prueba utilizado es el de " Shapiro-Wilk". La decisión se fundamentará en la probabilidad experimental de rechazar H_o , dado que esta es asumida (dicha probabilidad es conocida como Valor – p). Si el Valor – p del test de " Shapiro-Wilk" es > que 0.05, los datos son normalmente distribuidos. Si este valor es < 0.05, los datos se desvían significativamente de una distribución normal.

La implementación de estas pruebas se realizó en el software estadístico SPSS.

Tabla 4.4: Test de Normalidad "Shapiro-Wilk".

Tipo de Vehículo	Descriptivos		Shapiro-Wilk	
	Media	Desviación Estándar	Estadístico	Sig.
Taxi	8.5093	1.40432	.984	.954
Auto	8.7938	1.52164	.868	.259
Camioneta	9.3129	2.16225	.899	.403
Minivan	10.1400	3.07514	.950	.740
Otros	11.7640	2.42618	.906	.443
Moto	9.7738	3.54296	.891	.364

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 4.4 que todos los valores de Valor – p del test de "Shapiro-Wilk" son $>$ que 0.05, por lo que se acepta la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos recolectados para las velocidades punto de todas las categorías de vehículos que atraviesan la Av. Jorge Chávez, son normalmente distribuidas.

4.2.2. Aforos de Trafico

Los aforos de tráfico o conteo vehicular es el punto de partida para poder modelar nuestra red vial. A continuación se presentan los aforos obtenidos el día martes 05 de abril. Para mayor detalle revisar el Anexo 2. (Conteo Vehicular).

Debido a que no hay estudio de transito realizado con anterioridad y por ende no se conoce la hora de mayor congestión, se efectuó un aforo vehicular de 12 horas continuas, desde las 7:00 am hasta las 7:00 pm. Esto nos permitió, no solo poder reconocer las horas de mayor demanda, sino además, poder alimentar al modelo con una mayor cantidad de datos, lo que resultará en un análisis más detallado, debido a que no solo se realizara el análisis durante la hora pico, sino, durante 12 horas consecutivas. Los aforos, para todas las intersecciones, con excepción de la Calle Otero, más conocida como Parque de la Muela, fueron realizados en base a los ciclos de los semáforos, en otras palabras, se realizó el conteo de cuantos vehículos atravesaban la intersección en el tiempo verde del semáforo. Mientras que, en la Calle Otero, se realizó un aforo de 5 minutos, debido a que esta calle es una intersección no semaforizada.

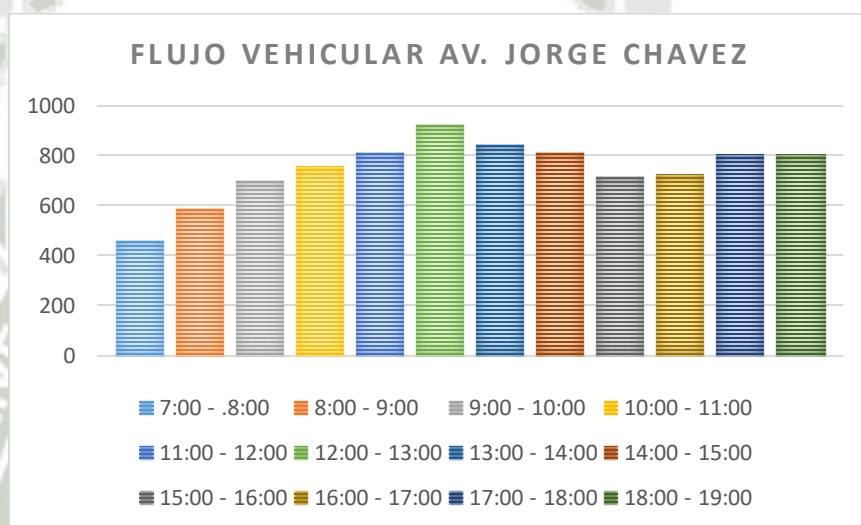
a) Av. Jorge Chávez

La Av. Jorge Chávez cuenta con el mayor número de vehículos, esto se debe, no solo a la geometría de la vía, puesto que posee tres carriles, sino también, que recibe la descarga de los vehículos provenientes de las otras intersecciones. Es además, una de las vías principales de la ciudad de Arequipa, debido que permite la movilidad en el centro de la ciudad. Como se puede observar en las Figura 4.4, la hora de mayor demanda vehicular es 12:00 a 13:00 para la mañana y en la tarde es 17:00 a 18:00 con un total de 921 y 804 vehículos respectivamente. Se puede deducir, que en la noche la cantidad de

vehículos varía de forma no significativa, manteniendo un "brazo de hora pico" para este periodo.

Así mismo, se puede observar en la Tabla 4.5 que el mayor porcentaje de vehículos que ingresan a esta avenida corresponde a la categoría de taxis, con un 40.07%, seguido por los buses de transporte público con un 33.18%. A los autos les corresponde un 17.8% y finalmente tenemos los otros tipos de vehículos entre los cuales tenemos camionetas, minivans, motos y camiones que comparten un 8.87%.

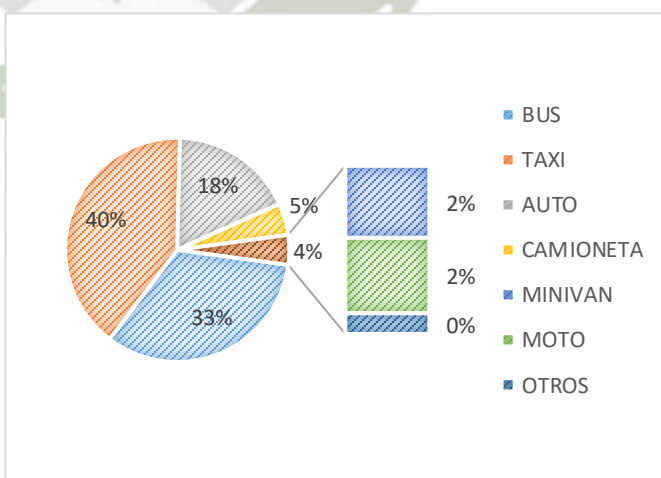
Figura 4.4: Flujo Vehicular: Av. Jorge Chávez de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.5: Composición Vehicular: Av. Jorge Chávez.

AV. JORGE CHAVEZ		
TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Bus	2967	33.18
Taxi	3583	40.07
Auto	1599	17.88
Camioneta	410	4.59
Minivan	164	1.83
Moto	172	1.92
Otros	47	0.53
TOTAL	8942	100.00



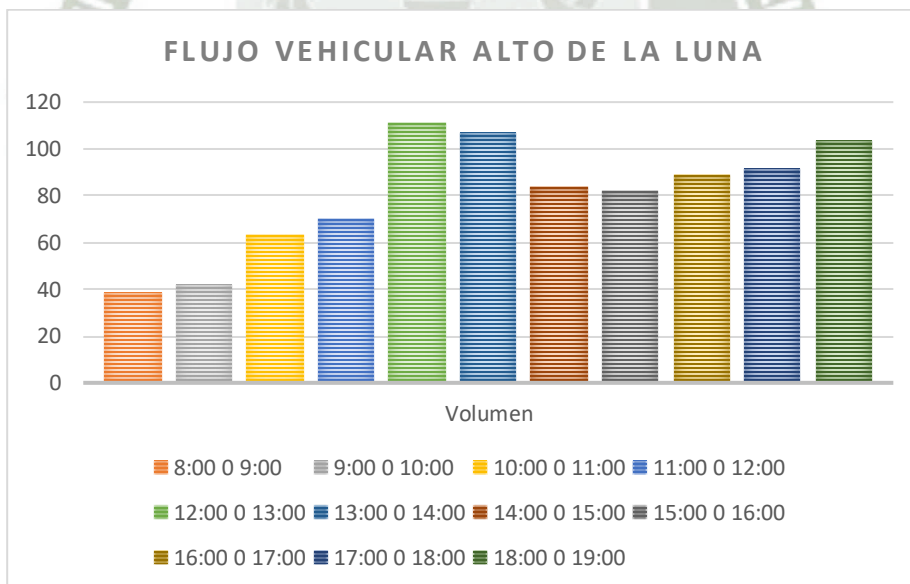
Fuente: Elaboración propia.

b) *Alto de la Luna – Víctor Lira*

Para los aforos realizados en la intersección correspondiente a Alto de la Luna – Víctor Lira, se tomó en cuenta tanto los vehículos que giran a la izquierda, es decir, aquellos vehículos que ingresan a la Av. Jorge Chávez desde Alto de la Luna, como los vehículos que siguen de frente hacia Víctor Lira. Se puede observar en la Figura 4.5 que la hora de mayor demanda es entre las 12:00 y las 13:00 para la mañana y de 18:00 a 19:00 para la noche, con un total de 412 y 422 vehículos respectivamente. Adicionalmente, se tiene que el porcentaje de vehículos que ingresan a la Av. Jorge Chávez es de 23.92% y los ingresan a Víctor Lira es de 76.08%.

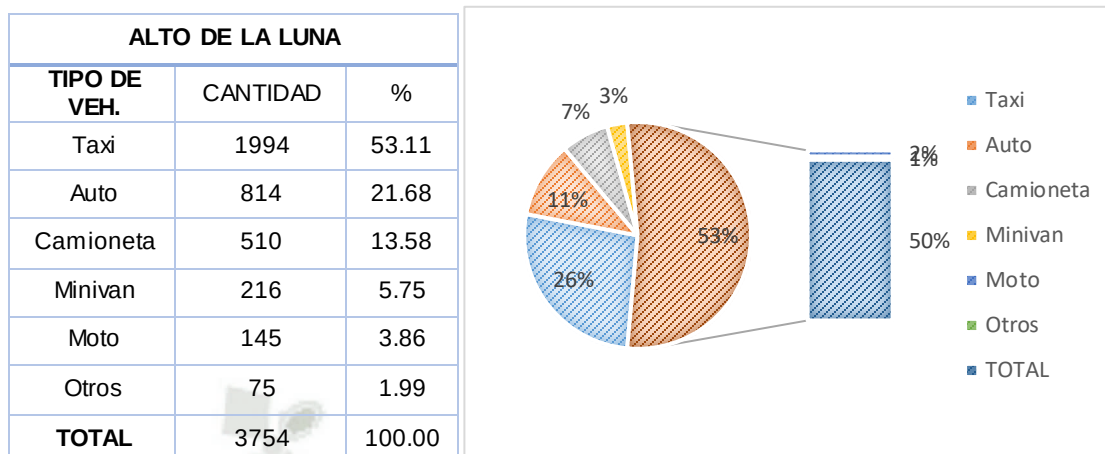
De la misma forma, se puede observar en la Tabla 4.6, que el 53.11% de los vehículos que transitan y giran hacia la Av. Jorge Chávez son taxis, 21.68% son autos privados, 13.58% son camionetas y 11% son el resto de la categorías como minivans, motos y otros. Cabe resaltar, que en esta calle no transitan buses (transporte público).

Figura 4.5: Flujo Vehicular: Alto de la Luna – Víctor Lira de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.6: Composición Vehicular: Alto de la Luna.



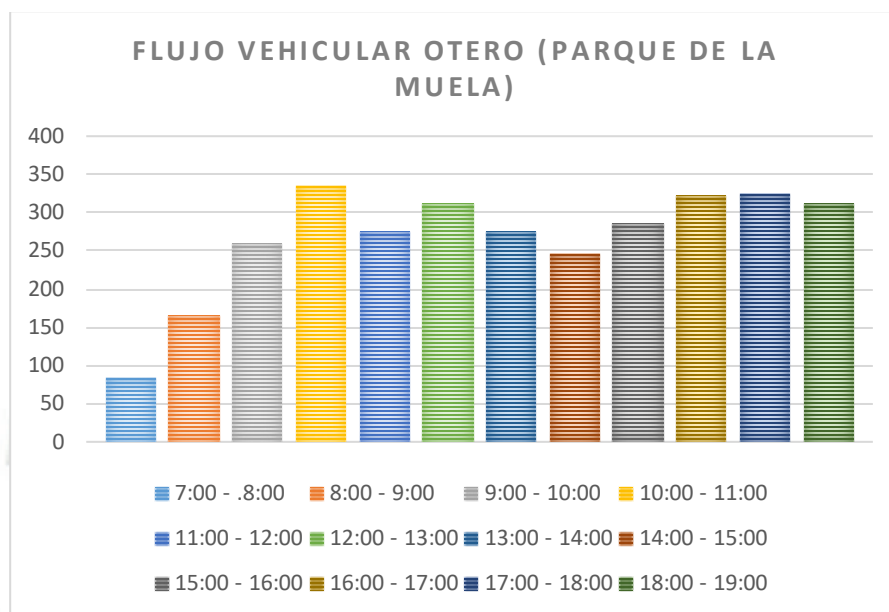
Fuente: Elaboración propia

c) Otero (Parque de la Muela)

Debido a que la Calle Otero es una intersección no semaforizada, los aforos que se llevaron a cabo fueron cada 5 minutos. En esta sección, al igual que en la Av. Jorge Chávez, transita una línea de buses. Como se puede observar en la Figura 4.6, la hora de mayor demanda está localizada entre las 10:00 y las 11:00 para la mañana y entre 17:00 y las 18:00 para la noche, teniéndose un total de 334 y 324 vehículos respectivamente.

En la Tabla 4.7 el mayor porcentaje de vehículos son taxis, con un 66.56%, seguido de los autos privados con un 15.37%. Además se tiene un porcentaje significativo de camionetas de 6.24% (en comparación con otras intersecciones) y buses con un 6.56%. Finalmente, el resto de las categorías como: minivans, motos, comparten un 5.26%.

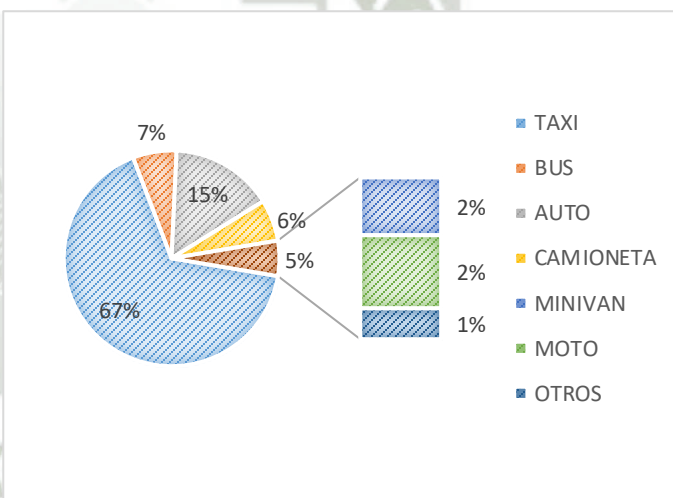
Figura 4.6: Flujo Vehicular: Otero (Parque de la Muela) de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.7: Composición Vehicular: Otero (Parque de la Muela).

OTERO (PARQUE DE LA MUELA)		
TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Taxi	2122	66.56
Bus	209	6.56
Auto	490	15.37
Camioneta	199	6.24
Minivan	60	1.88
Moto	76	2.38
Otros	32	1.00
TOTAL	3188	100.00



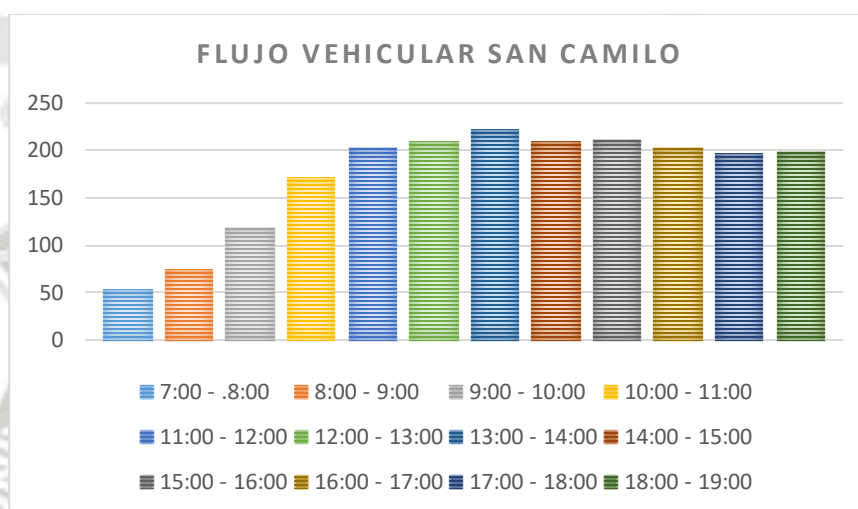
Fuente: Elaboración propia.

d) San Camilo

Como se puede observar en la Figura 4.7, las horas de máxima demanda para esta calle son: de 13:00 a 14:00 en la mañana y de 18:00 a 19:00 en la noche, con un total de 222 y 199 vehículos respectivamente. Cabe aclarar que posteriores observaciones de campo demostraron que la cantidad de vehículos se incrementan después de las 19:00. También se puede observar el " brazo de hora pico " para el periodo nocturno que va desde la hora de máxima demanda hasta finalizar nuestro aforo.

De la Tabla 4.8, se observa los porcentajes de la composición vehicular, teniendo en primer lugar a los taxis, con un 77.71%, en segundo lugar los autos, con un 11.22% seguidos de las camionetas con un 4.21%. También se observa que los motos tienen un porcentaje significativo de 4.35% (en comparación con las otras intersecciones). Finalmente, el 2.51% restante es compartido las minivans y otros vehículos.

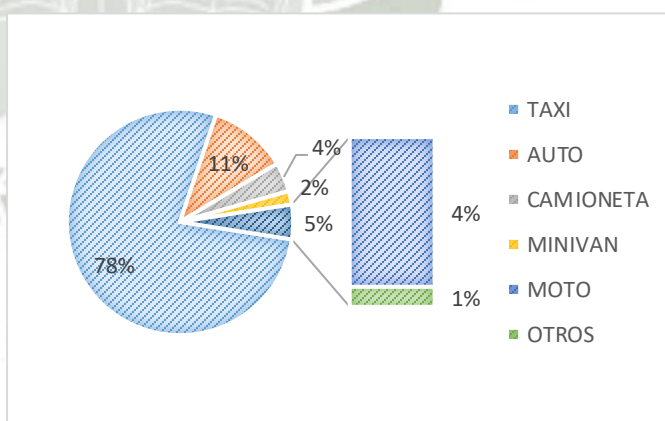
Figura 4.7: Flujo Vehicular: San Camilo de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.8: Composición Vehicular: San Camilo.

SAN CAMILO		
TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Taxi	1607	77.71
Auto	232	11.22
Camioneta	87	4.21
Minivan	40	1.93
Moto	90	4.35
Otros	12	0.58
TOTAL	2068	100.00



Fuente: Elaboración propia.

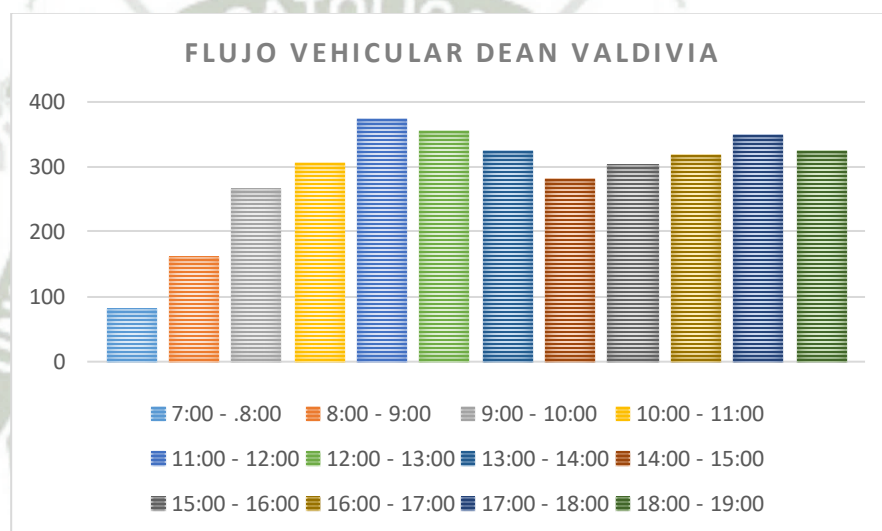
e) Deán Valdivia

De la Figura 4.68, se observa que la hora de máxima demanda está entre las 11:00 y 12:00 para la mañana y entre las 17:00 y 18:00 para la noche, con un total de vehículos de 373 y 348 respectivamente.

De la misma manera que en la calle San Camilo, posteriores observaciones de campo, permiten indicar que el número de vehículos que transitan por esta calle aumentan después de las 19:00, pero debido que intervalo de tiempo está fuera del periodo de estudio no se tomó en cuenta.

Se puede observar en la Tabla 4.9, que la composición vehicular correspondiente a la calle Deán Valdivia es la siguiente: en primer lugar se tiene los taxis con un total de 64.11%, seguido de autos y camionetas con 16.88% y 10.20% respectivamente. También se puede observar que las motos cuentan con un porcentaje significativo de 4.39%, el 4.42% restante esta compartido entre las minivans y la categoría de otros.

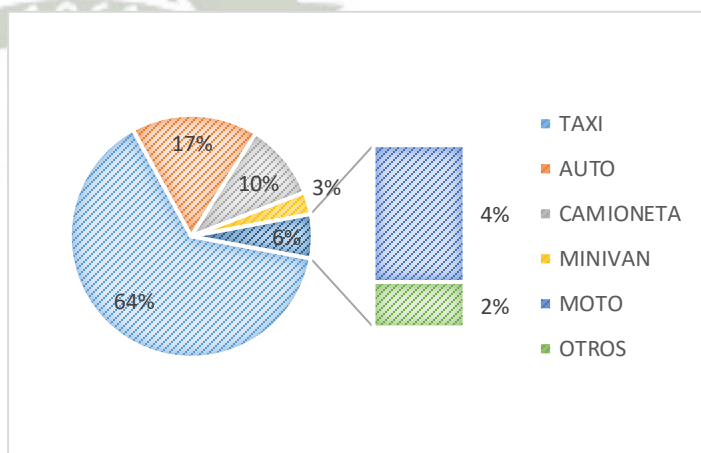
Figura 4.8: Flujo Vehicular: Deán Valdivia de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.9: Composición Vehicular: Deán Valdivia.

DEAN VALDIVIA		
TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Taxi	2206	64.11
Auto	581	16.88
Camioneta	351	10.20
Minivan	102	2.96
Moto	151	4.39
Otros	50	1.45
TOTAL	3441	100.00



Fuente: Elaboración propia.

f) *Mollendo*

El aforo realizado en la Calle Mollendo se dividió en dos partes debido que esta calle tiene 2 carriles en ambos sentidos. Al aforo que contabilizaba los vehículos que salían de la calle Av. Jorge Chávez y giraban a derecha para entrar en la Calle Mollendo se le denominó Mollendo (salida) y a los vehículos que ingresaban a la Av. Jorge Chávez por la calle Mollendo se les denominó Mollendo (entrada).

Cabe resaltar, la existencia de una playa de estacionamiento cerca de la intersección, lo que incrementa la congestión debido a la entrada y salida de los vehículos. Además, debido a que el número de vehículos que desean ingresar a la Av. Jorge Chávez es muchísimo mayor que la capacidad de un solo carril en ese sentido, se crean larguísimas colas, lo que se ve reflejado en la frustración y desesperación de los conductores que utilizan el carril contrario para poder avanzar, creando dos filas de vehículos, esto solo impide el flujo de los vehículos que intentan salir de esta avenida, incrementando la congestión.

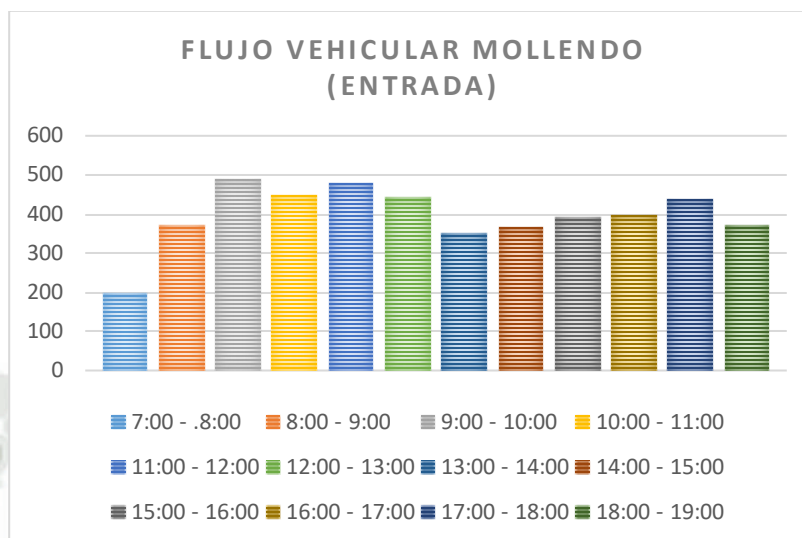
A continuación se describe los flujos vehiculares y composición vehicular para cada sentido.

i. *Mollendo (entrada)*

En la Figura 4.9 se puede observar que la hora de mayor demanda vehicular es entre las 10:00 y 11:00 para la mañana y entre las 17:00 y 18:00 para la noche, con un total de 488 y 436 vehículos respectivamente.

Se puede observar en la Tabla 4.10 que el mayor porcentaje de vehículos le corresponde a los taxis con un 62.12%, seguido de los autos y camionetas con un 20.08% y 9.15% respectivamente. Los minivans tienen un 3.89% y las motos un 3.43%, el 0.82% restante es para la categoría de otros.

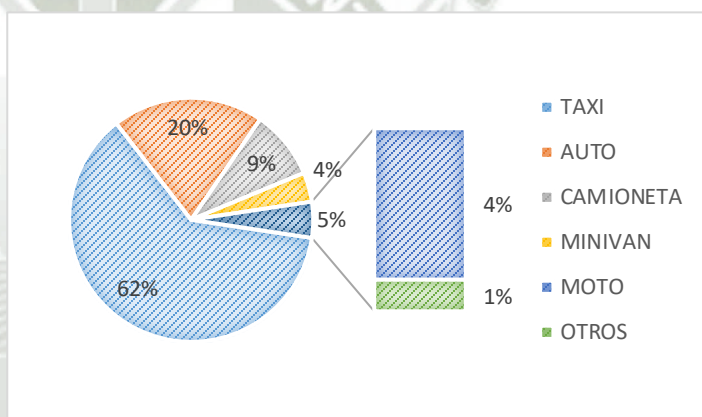
Figura 4.9: Flujo Vehicular: Mollendo (entrada) de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.10: Composición Vehicular: Mollendo (entrada).

MOLLEND (entrada)		
TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Taxi	2954	62.12
Auto	955	20.08
Camioneta	435	9.15
Minivan	185	3.89
Moto	187	3.93
Otros	39	0.82
TOTAL	4755	100.00



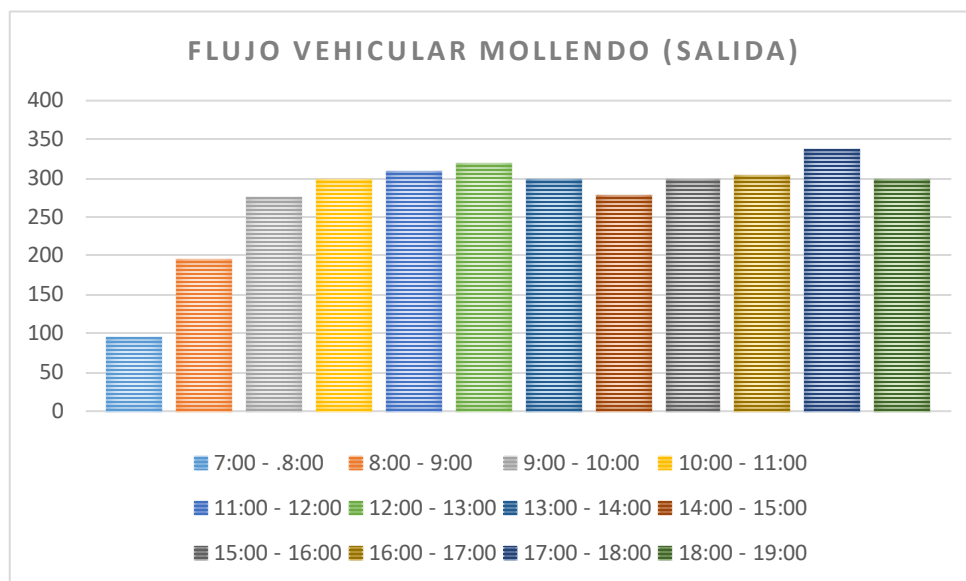
Fuente: Elaboración propia.

ii. Mollendo (salida)

De la Figura 4.10 se puede observar que la hora de mayor demanda vehicular es de 12:00 a 13:00 para la mañana y de 17:00 a 18:00 para la noche, con un total de 320 y 338 vehículos respectivamente.

Se puede observar en la Tabla 4.11, que la composición vehicular está conformada por: en primer lugar taxis con un 62.76% del total de vehículos, seguido por los autos con 21.40%. En proporciones menores tenemos las camionetas con 6.91%, los minivans y motos con 3.34% y 3.90% respectivamente.

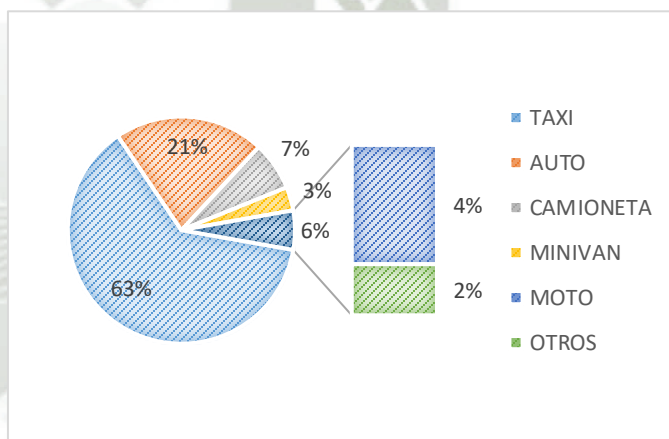
Figura 4.10: Flujo Vehicular: Mollendo (salida) de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.11: Composición Vehicular: Mollendo (salida).

MOLLENDO (salida)		
TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Taxi	563	62.76
Auto	192	21.40
Camioneta	62	6.91
Minivan	30	3.34
Moto	35	3.90
Otros	15	1.67
TOTAL	897	100.00



Fuente: Elaboración propia.

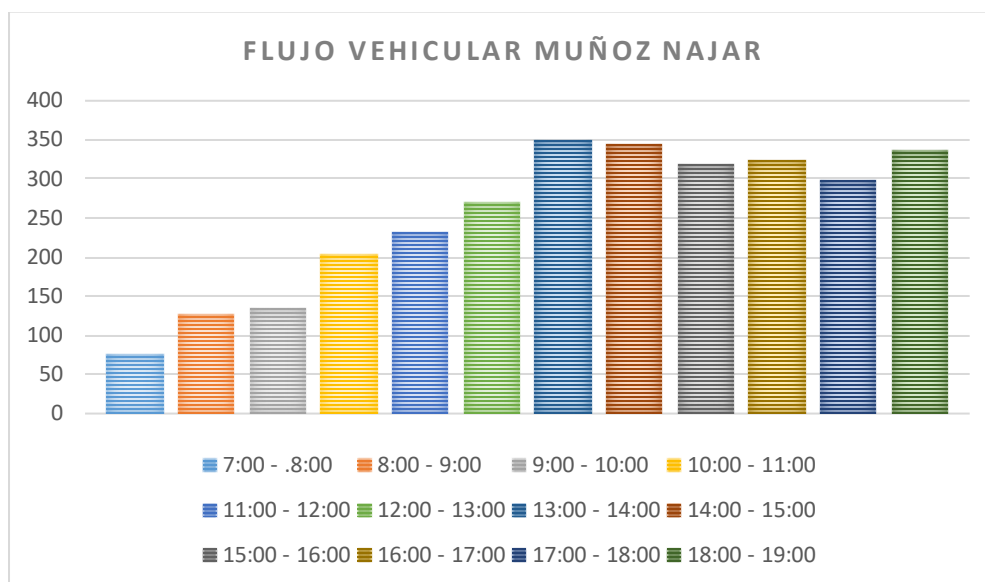
g) Muñoz Najara

De la Figura 4.11 se puede observar que la hora de mayor demanda vehicular es de 13:00 a 14:00 para la mañana y de 18:00 a 19:00 para la noche, con un total de 351 y 348 vehículos respectivamente. Además se tiene, que el porcentaje de vehículos que giran a la izquierda e ingresan a la Av. Goyeneche es de 29.82%, en contraste con los que ingresan a la Calle Paucarpata que es de 70.18%.

Se puede observar en la Tabla 4.12, que la composición vehicular está conformada por: en primer lugar taxis con un 51.75% del total de

vehículos, seguido por los autos con 21.33%. En proporciones menores tenemos las camionetas con 14.21%, los minivans y motos con 4.29% y 2.30% respectivamente.

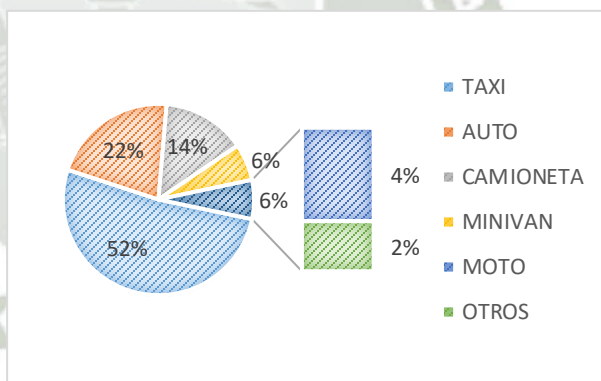
Figura 4.11: Flujo Vehicular: Muñoz Najar de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.12: Composición Vehicular: Muñoz Najar.

TIPO DE VEH.	CANTIDAD	%
Taxi	1555	51.75
Auto	641	21.33
Camioneta	424	14.11
Minivan	187	6.22
Moto	129	4.29
Otros	69	2.30
TOTAL	3005	100.00



Fuente: Elaboración propia.

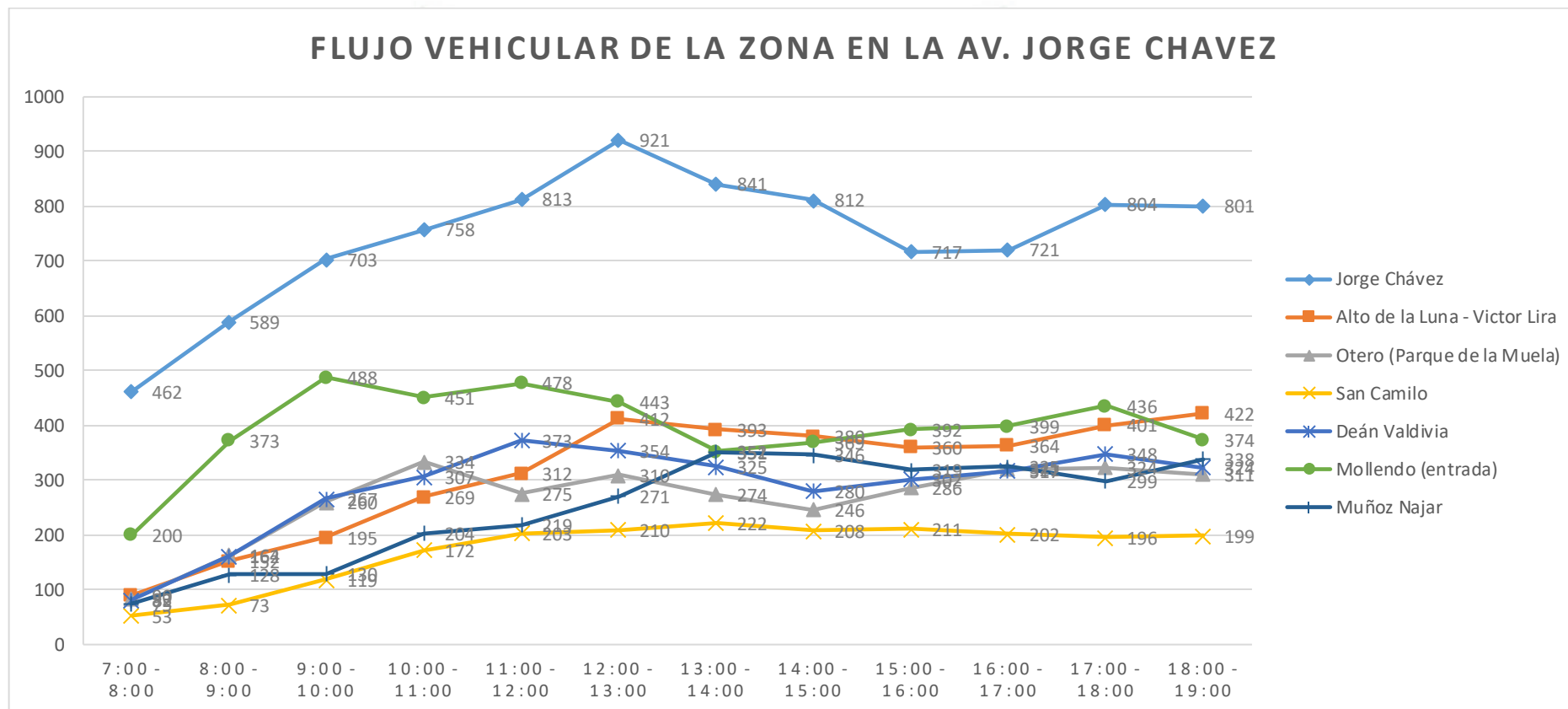
Tabla 4.13: Resumen de la Composición Vehicular de la zona en estudio.

HORA	N° VEHICULOS							
	Jorge Chávez	Alto de la Luna - Víctor Lira	Otero (Parque de la Muela)	San Camilo	Deán Valdivia	Mollendo (entrada)	Mollendo (salida)	Muñoz Najjar
7:00 - 8:00	462	90	83	53	82	200	95	75
8:00 - 9:00	589	152	164	73	162	373	195	128
9:00 - 10:00	703	195	260	119	267	488	276	130
10:00 - 11:00	758	269	334	172	307	451	300	204
11:00 - 12:00	813	312	275	203	373	478	309	219
12:00 - 13:00	921	412	310	210	354	443	320	271
13:00 - 14:00	841	393	274	222	325	352	299	351
14:00 - 15:00	812	380	246	208	280	369	278	346
15:00 - 16:00	717	360	286	211	302	392	300	319
16:00 - 17:00	721	364	321	202	317	399	303	325
17:00 - 18:00	804	401	324	196	348	436	338	299
18:00 - 19:00	801	422	311	199	324	374	299	338
TOTAL	8942	3750	3188	2068	3441	4755	3312	3005

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.12: Diagrama Resumen del Flujo Vehicular en la zona de estudio de 07:00 am – 07:00 pm.



Fuente: Elaboración propia.

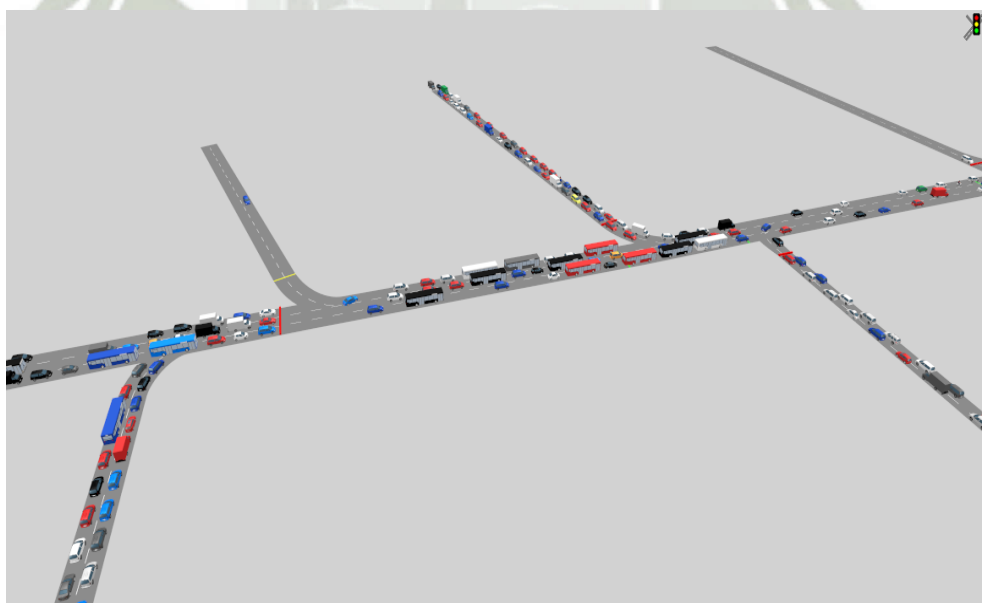
4.2.3. Calibración del Modelo

a) Calibración de los Flujos Vehiculares

Para poder llevar a cabo la calibración de los flujos vehiculares se debe tener en cuenta los flujos en las entradas y salidas del modelo, de forma tal, que se pueda realizar una comparación con las medidas tomadas en campo. A continuación se presenta una comparación entre los volúmenes de vehículos aforados en campo y los modelados en el programa Vissim, versión 7.0. Para poder realizar esta comparación se tomó en cuenta la expresión estadística GEH descrita en la capítulo anterior.

Es importante destacar que se incluyó el periodo de precalentamiento recomendado de 15 minutos y la simulación se llevó para un rango de 12 horas con intervalos de 60 min con la finalidad de obtener un modelo lo más cercano a la realidad. En la Figura 4.13, podemos observar una imagen de la simulación realizada al Modelo Base.

Figura 4.13: Simulación del modelo base.



Fuente: Plataforma Vissim, PTV.

Tabla 4.14: Método del Vehículo Flotante (periodo de hora de máxima demanda)

Entradas	Hora	Aforado	SIMULACION			GEH	Observación
			Modelado	Diferencia Absoluta	Diferencia (%)		
Av. Jorge Chávez	7:00 - 8:00	462	455	7	1.52	0.33	-
	8:00 - 9:00	589	588	1	0.17	0.04	-
	9:00 - 10:00	703	703	0	0.00	0.00	-
	10:00 - 11:00	758	763	-5	-0.66	0.18	-
	11:00 - 12:00	813	807	6	0.74	0.21	-
	12:00 - 13:00	921	873	48	5.21	1.60	-
	13:00 - 14:00	841	879	-38	-4.52	1.30	-
	14:00 - 15:00	812	825	-13	-1.60	0.45	-
	15:00 - 16:00	717	721	-4	-0.56	0.15	-
	16:00 - 17:00	721	714	7	0.97	0.26	-
	17:00 - 18:00	804	808	-4	-0.50	0.14	-
	18:00 - 19:00	801	799	2	0.25	0.07	-
TOTAL		8942	8935				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.15: Criterio de Calibración y Validación

CRITERIO DE MEDIDA	Total de casos analizados	Nº de veces que GEH < 5	Nº de veces que GEH > 5	% de casos que cumple	Criterio de aceptación de la calibración
GEH Static	108	100	8	92.6%	GEH Static < 5 en el 85% de los casos para volúmenes individuales de links.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las Tablas 4.14 y 4.15 (para ver la Tabla 4.14 completa, con todas las intersecciones incluidas, referirse al Anexo 4), los resultados cuantitativos de los volúmenes del modelo se ajustan a los datos reales de los volúmenes obtenidos en campo. Cabe aclarar, que el modelo no estaría completo sin una condición de borde, que permita definir detalladamente la problemática de la Calle Mollendo (entrada). Con base en lo anterior, podemos concluir que el modelo base cumple con los estándares internacionales de calibración y validación de modelos.

Según la firma consultora Steer Davies⁶, el criterio de calibración y validación de los estándares locales en ciudades de Latinoamérica, establece $GEH < 5$, en el 85% de los casos. En nuestro caso el 92.60% de los volúmenes individuales cumplen con esta condición. En la mayoría de nuestras intersecciones, excepto Mollendo (entrada), los volúmenes totales para las 12 horas de estudio cumplieron con el criterio.

4.3. Análisis de los Resultados del Modelo Base

Una vez realizada la construcción del modelo se efectuaron 3 corridas del programa, y con base en ellos se eligió la más significativa, debido a que se ajustaba con mayor exactitud a los datos reales. El Modelo Base fue desarrollado teniendo en cuenta las características e información obtenida de la situación actual de la Av. Jorge Chávez, sin haber realizado modificación alguna. A continuación se detalla el análisis y a su interpretación teniendo como base diferentes parámetros.

4.3.1. Tiempos de Viaje

Los tiempos de viaje en la Avenida Jorge Chávez se detallan en la Tabla 4.16. Como se puede observar, los tiempos de viaje están desglosados por tipo de vehículo, esto se debe a la gran volatilidad del tiempo de viaje encontrado en el transporte público, que, como se mencionó antes, depende en su gran mayoría del comportamiento conductor del vehículo. Entre las 13:00 y las 14:00 se encuentran los mayores tiempos de viaje, teniendo el mayor tiempos de viaje los buses, con 3.41 minutos, seguido de las motos con 2.98 minutos. Cabe aclarar, que una de las problemáticas al momento de modelar los vehículos de la categoría de motos, es que estas, realizan sus trayectorias en el centro del carril, y no como son conducidas en la vida real. Debido a esto, su tiempo de viaje será mucho mayor al de los datos tomados en campo.

Los autos y taxis tienen un tiempo de viaje de 2.88 minutos y 2.87 minutos respectivamente.

4.3.2. Demora Promedio

Como se puede observar en la Tabla 4.17, la demora promedio para todas las clases de vehículos es de 3.49 minutos entre las 13:00 y 14:00 horas, teniendo la mayor demora promedio las camionetas y otros, seguido por los autos y taxis, con 4.14 minutos y 3.47 minutos respectivamente.

⁶ Steer Davies. Curso Básico Vissim. Área Metropolitana del Valle de Aburra. 2010

Además, se puede observar el nivel de servicio para cada hora en estudio. Se obtuvo un nivel de servicio B después de las 8:00 de la mañana, que se mantiene hasta las 10:00 de la mañana y a partir se tiene un nivel de servicio C hasta antes de la hora pico (12:00 – 13:00). Durante la hora pico, es decir, entre las 12:00 y las 2:00 se tiene un nivel de servicio D que se mantiene hasta las 14:00 para después tener un nivel de servicio C hasta finalizar nuestra hora de estudio.

4.3.3. Demoras debido a largos de Cola

Las demoras debido a largos de cola, son aquellas ocasionadas debido a la canalización y al bloqueo de las salidas, así mismo, aquellas ocasionadas por la severa congestión de la Avenida Jorge Chávez. En la Tabla 4.18 podemos observar que la demora promedio debido a los largos de cola para todos los tipos de vehículos es de 1.13 minutos aproximadamente, esta se da entre las 13:00 y las 14:00 horas.

4.3.4. Tiempo de parada promedio y número de paradas promedio

Como se puede observar en la Tabla 4.19, el número de paradas promedio máximo es de 3.79 paradas para todas las clases de vehículos, esta se da entre las 14:00 y 15:00 horas de la tarde. Los buses experimentan entre 1.14 y 3.08 paradas en promedio, mientras que los autos y taxis, experimentan entre 1.20 y 3.19 paradas a lo largo de la Avenida Jorge Chávez.

En la Tabla 4.20, se observan los tiempos de parada promedio de los todos los vehículos, con una aproximado de 1.13 minutos promedio para todos los vehículos.



Tabla 4.16: Tiempos de Viaje

HORA	MODELO BASE					MODELO PROPUESTO				
	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	99.98	130.51	87.45	84.57	88.71	101.04	151.25	75.99	77.06	74.94
8:00 - 9:00	104.09	133.3	93.63	90.04	95.61	101.62	148.63	77.97	80.56	82.56
9:00 - 10:00	117.37	138.57	104.66	105.21	101.67	123.9	188.81	81.34	86.28	84.2
10:00 - 11:00	131.48	155.78	120.54	117.46	130.16	124.94	195.28	88.03	88.72	91.77
11:00 - 12:00	132.08	153.7	115.9	121.16	129.87	132.32	207.03	93.84	94.92	96.46
12:00 - 13:00	165.24	184.76	153.1	154.22	158.23	140.66	224.26	91.12	96.41	94.62
13:00 - 14:00	183.2	204.61	178.9	172.64	172.05	139.61	226.23	97.66	95.78	96.7
14:00 - 15:00	138.02	159.19	114.56	126.32	132.19	141.14	216.3	91.84	102.69	102.35
15:00 - 16:00	132.43	154.37	124.75	119.77	121.59	132.53	195.35	89.06	95.37	93.98
16:00 - 17:00	136.61	159.66	117.58	124.38	123.38	130.72	207.48	83.59	88.76	88.26
17:00 - 18:00	137.71	162.24	111.17	126.04	127.92	131.23	202.59	93.19	96.72	97.64
18:00 - 19:00	134.41	158.07	127.59	122.39	131.07	119.35	174.81	81.3	94.14	95.02

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4.17: Demora promedio

HORA	MODELO BASE						MODELO PROPUESTO					
	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS	NIVEL DE SERVICIO	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS	NIVEL DE SERVICIO
7:00 - 8:00	38.15	53.97	42.69	34.50	38.89	A	31.09	25.24	59.60	37.73	27.77	A
8:00 - 9:00	78.20	62.07	75.77	79.25	89.74	B	81.43	81.09	61.54	79.97	108.41	B
9:00 - 10:00	90.83	79.49	129.23	90.90	93.74	B	90.18	81.26	131.95	106.56	86.84	B
10:00 - 11:00	112.45	94.11	134.45	110.22	145.43	C	87.11	78.39	126.72	94.46	98.50	B
11:00 - 12:00	145.78	96.62	193.47	148.15	170.48	C	93.18	82.41	151.17	104.56	97.42	B
12:00 - 13:00	176.94	156.77	189.68	174.94	215.56	D	117.49	104.41	189.81	126.31	125.14	B
13:00 - 14:00	209.52	192.26	191.04	208.11	248.39	D	116.39	104.13	198.00	115.01	112.61	B
14:00 - 15:00	144.85	102.38	124.71	145.90	191.83	C	121.84	109.57	193.40	125.75	126.68	C
15:00 - 16:00	143.44	95.05	159.50	147.20	163.46	C	99.94	93.59	140.26	98.12	99.98	B
16:00 - 17:00	142.98	102.41	158.66	143.72	177.64	C	101.88	93.03	149.10	95.20	119.00	B
17:00 - 18:00	146.92	62.07	158.21	145.47	203.41	C	92.23	83.03	143.42	111.41	100.22	C
18:00 - 19:00	140.62	79.49	163.89	137.05	202.27	C	88.37	85.22	101.10	98.10	96.33	C

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4.18: Demora promedio debido al largo de cola.

HORA	MODELO BASE					MODELO PROPUESTO				
	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	17.23	18.00	21.90	17.05	15.03	2.19	3.55	4.30	1.52	1.17
8:00 - 9:00	18.40	18.18	9.24	18.68	18.68	2.45	3.75	2.15	1.91	1.59
9:00 - 10:00	21.37	23.17	11.26	20.66	19.31	12.27	30.17	1.09	1.50	1.40
10:00 - 11:00	21.85	21.75	26.45	21.90	20.35	8.67	22.09	2.71	1.69	2.18
11:00 - 12:00	22.05	21.66	19.03	22.12	24.48	12.98	35.75	1.69	2.02	2.20
12:00 - 13:00	53.90	53.40	50.46	54.11	56.13	21.52	58.18	1.23	2.02	1.50
13:00 - 14:00	68.02	67.57	82.16	67.77	68.88	26.13	72.93	5.34	2.16	2.51
14:00 - 15:00	21.42	22.50	26.92	20.57	22.20	24.80	66.58	2.04	2.75	2.11
15:00 - 16:00	21.82	22.87	21.04	21.17	21.88	12.33	30.97	1.90	1.66	1.60
16:00 - 17:00	21.74	24.18	19.78	20.03	23.97	9.43	23.38	1.56	1.89	1.40
17:00 - 18:00	21.70	22.87	20.40	21.03	22.57	8.28	21.94	3.08	1.64	1.51
18:00 - 19:00	21.48	22.30	22.45	21.00	21.53	4.55	10.70	2.35	1.68	2.15

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4.19: Número de Paradas

HORA	MODELO BASE					MODELO PROPUESTO				
	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	1.32	1.14	2.42	1.20	1.02	1.32	1.14	2.42	1.20	1.02
8:00 - 9:00	2.36	2.28	2.46	2.24	2.85	2.36	2.28	2.46	2.24	2.85
9:00 - 10:00	2.94	2.36	6.11	2.80	2.45	2.94	2.36	6.11	2.80	2.45
10:00 - 11:00	2.87	2.39	5.66	2.56	2.87	2.87	2.39	5.66	2.56	2.87
11:00 - 12:00	3.08	2.53	6.62	2.69	2.86	3.08	2.53	6.62	2.69	2.86
12:00 - 13:00	3.76	3.00	8.74	3.40	3.49	3.76	3.00	8.74	3.40	3.49
13:00 - 14:00	3.62	2.85	9.28	2.72	3.02	3.62	2.85	9.28	2.72	3.02
14:00 - 15:00	3.79	3.08	8.67	3.19	3.41	3.79	3.08	8.67	3.19	3.41
15:00 - 16:00	3.14	2.68	6.64	2.38	2.71	3.14	2.68	6.64	2.38	2.71
16:00 - 17:00	3.19	2.68	6.67	2.52	3.35	3.19	2.68	6.67	2.52	3.35
17:00 - 18:00	3.03	2.55	6.47	2.80	2.88	3.03	2.55	6.47	2.80	2.88
18:00 - 19:00	2.76	2.52	4.63	2.48	2.76	2.76	2.52	4.63	2.48	2.76

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4.20: Tiempos de parada promedio

HORA	MODELO BASE					MODELO PROPUESTO				
	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	24.59	25.88	26.81	23.87	27.05	17.72	16.72	19.91	25.52	19.23
8:00 - 9:00	54.19	25.57	49.97	57.20	66.55	55.39	57.83	21.45	56.72	79.14
9:00 - 10:00	58.90	32.34	90.22	61.85	65.25	56.17	56.24	50.08	69.78	60.78
10:00 - 11:00	74.44	38.99	89.76	75.52	105.76	54.36	53.47	47.64	58.36	69.23
11:00 - 12:00	100.56	40.07	137.41	105.33	124.13	56.49	54.22	59.60	65.59	67.00
12:00 - 13:00	121.10	76.65	128.77	123.48	159.35	74.46	73.15	68.74	84.05	89.56
13:00 - 14:00	144.01	97.35	129.14	147.05	183.53	74.96	73.86	76.61	78.22	80.79
14:00 - 15:00	100.05	41.33	82.83	103.98	142.85	78.36	77.49	71.84	86.71	90.84
15:00 - 16:00	99.68	39.09	108.72	105.58	119.36	64.97	66.30	51.16	64.29	71.97
16:00 - 17:00	98.86	44.44	110.41	101.91	131.98	66.73	65.83	56.44	66.15	86.06
17:00 - 18:00	101.02	43.78	112.34	102.66	151.69	57.98	56.12	55.62	75.44	69.98
18:00 - 19:00	97.11	40.45	115.96	96.51	152.36	17.72	16.72	19.91	25.52	19.23

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Análisis de los Resultados del Modelo Propuesto

En la siguiente sección se llevó a cabo el análisis de los resultados del Modelo Propuesto. Para poder lograr la construcción de este modelo se tomó en cuenta el Modelo Base, y se implementó un Sistema de Control de Tráfico Accionado por vehículos. Este sistema se desarrolló mediante la creación de un algoritmo creado por un módulo adicional al programa VISSIM, denominado VISVAP. Adicionalmente, y como se detalla en la Metodología, se adiciona un semáforo en la intersección de la Av. Jorge Chávez con Otero (Parque de la Muela), así como, se implementó el uso exclusivo de una carril para el transporte público.

4.4.1. Tiempos de viaje

Los tiempos de viaje en la Avenida Jorge Chávez para el modelo propuesto de sistema de control de tráfico accionado se detalla, también, en la Tabla 4.16. Como se puede observar, un tiempo de viaje para todos los vehículos de 2.35 minutos durante las 14:00 y las 15:00. Para los autos y taxis se tiene un tiempo de viaje máximo de 1.71 minutos entre las 14:00 y las 15:00, al igual que para las camionetas y los vehículos incluidos en la categoría de otros. Esto se debe, mayormente, a que estos dos tipos de vehículos comparten la misma de distribución de velocidades a lo largo de la vía.

4.4.2. Demora promedio

Como se puede observar en la Tabla 4.17, la demora promedio máxima para todas las clases de vehículos es de 2 minutos entre las 14:00 y 15:00 horas, teniendo la mayor demora promedio las motos, seguido por camionetas y otros, con 3.3 minutos y 2.1 minutos respectivamente. Además, se puede observar el nivel de servicio para cada hora en estudio. Se obtuvo un nivel de servicio B desde las 8:00 hasta las 14:00, entre las 14:00 y las 15:00 se tiene un nivel de servicio C, y después se vuelve a tener un nivel de servicio B hasta las 17:00 y después un nivel de servicio C que se mantiene hasta finalizar nuestra hora de estudio.

Adicionalmente, se puede observar la variación del nivel de servicio en los primeros periodos de estudio con respecto al Modelo Base. Como se puede observar los niveles de servicio en las dos últimas horas de estudio se han mantenido constantes, mientras que en las horas de estudio posteriores se nota un cambio poco significativo. Cabe resaltar que durante las horas pico se ha mejorado el nivel de servicio. Se debe tener en cuenta, el efecto de

debido a los vehículos de transporte público. Esto implica que los resultados de las demoras promedio estén ligeramente exagerados.

4.4.3. Demoras debido al largo de cola

En la Tabla 4.18 podemos observar que la demora promedio máxima debido a los largos de cola para todos los tipos de vehículos es de 0.43 minutos aproximadamente, esta se da entre las 13:00 y las 14:00 horas. Además se tiene que los buses experimentan una demora máxima debidos a las colas de 1.21 minutos, que se debe a que los buses solo pueden transitar en el primer carril (exclusivo para buses). Se debe tener en cuenta, que actualmente la sobresaturación de líneas de transporte público, genera, no solo, desorden, sino, congestión.

4.4.4. Tiempo de parada promedio y número de paradas promedio

Como se puede observar en la Tabla 4.19, el número de paradas promedio máximo para el Modelo Propuesto, es de 3.79 paradas para todas las clases de vehículos, esta se da entre las 14:00 y 15:00 horas de la tarde. Los buses experimentan entre 1.14 y 3.08 paradas en promedio, mientras que los autos y taxis, experimentan entre 1.20 y 3.40 paradas a lo largo de la Avenida Jorge Chávez.

En la Tabla 4.21, se observan los tiempos de parada promedio de los todos los vehículos, con una aproximado de 1.3 minutos promedio para todos los vehículos.

4.5. Comparación entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto

4.5.1. Tiempos de Viaje

En la Tabla 4.21 se puede observar los porcentajes de diferencia entre los tiempos de viaje del Modelo Base y el Modelo Propuesto para la Avenida Jorge Chávez. Se tiene una reducción máxima en los tiempos de viaje para todos los vehículos del 23% entre las 13:00 y las 14:00 horas. Además, se tiene una reducción significativa en los tiempos de viaje de los autos y taxis, llegando a reducirse en un 44% para misma hora. Por el contrario, los buses experimentan un incremento en el tiempo de viaje de hasta un 36.26%. Como se indicó anteriormente, esto se debe a que el transporte público en el modelo propuesto circula por un carril exclusivo para buses.

Tabla 4.21: Diferencia de Tiempos de Viaje entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto

DIFERENCIA DE LOS TIEMPOS DE VIAJE (%)						
HORA	TRAMO	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	Jorge Chávez	-1.07	-15.89	13.10	8.88	15.52
8:00 - 9:00		2.37	-11.50	16.73	10.53	13.66
9:00 - 10:00		-5.57	-36.26	22.28	17.99	17.18
10:00 - 11:00		4.97	-25.36	26.97	24.47	29.49
11:00 - 12:00		-0.18	-34.70	19.03	21.66	25.73
12:00 - 13:00		14.88	-21.38	40.49	37.48	40.20
13:00 - 14:00		23.79	-10.57	45.41	44.52	43.80
14:00 - 15:00		-2.26	-35.88	19.83	18.71	22.57
15:00 - 16:00		-0.08	-26.55	28.61	20.37	22.71
16:00 - 17:00		4.31	-29.95	28.91	28.63	28.47
17:00 - 18:00		4.70	-24.88	16.18	23.26	23.67
18:00 - 19:00		11.20	-10.59	36.28	23.08	27.51

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Demora Promedio

Como se puede observar en la Tabla 4.22, diferencia entre la demora promedio máxima en porcentaje para todos los vehículos es de 44.45% entre las 13:00 y las 14:00. Las camionetas y los vehículos que se encuentran la categoría de otros también experimentan una reducción significativa de su demora promedio con casi un 55%, seguido por los buses y los autos y taxis con un 45.84% y 44.74% respectivamente. Contrariamente las motos, incrementan su demora en un 55.08%.

4.5.3. Demoras debido a largos de Cola

En la Tabla 4.23, podemos observar la diferencia de la demora promedio debido a la cola entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto. Se tiene una reducción de la demora promedio máxima de 87.27% entre las 7:00 y las 8:00 de la mañana. Además durante la hora de máxima demanda, se observa una reducción de más del 60% para todos los vehículos que atraviesan la Avenida Jorge Chávez. Los buses experimentan un incremento en su demora debido a la cola de casi un 195% aproximadamente, mientras que los autos y taxis experimenta, contrariamente, una reducción máxima del 96.81 % en la hora de máxima demanda vehicular.

Así mismo, las otras categorías de vehículos también experimentan una reducción significativa de las demoras debidas a la cola.

Tabla 4.22: Diferencia de la Demora Promedio entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto

DIFERENCIA DE LA DEMORA PROMEDIO (%)						
HORA	TRAMO	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	Jorge Chávez	18.51	53.23	-39.61	-9.37	28.59
8:00 - 9:00		-4.14	-30.64	18.78	-0.91	-20.81
9:00 - 10:00		0.71	-2.23	-2.11	-17.23	7.36
10:00 - 11:00		22.54	16.70	5.75	14.30	32.27
11:00 - 12:00		36.08	14.71	21.87	29.42	42.86
12:00 - 13:00		33.60	33.40	-0.07	27.80	41.95
13:00 - 14:00		44.45	45.84	-3.64	44.74	54.66
14:00 - 15:00		15.89	-7.02	-55.08	13.81	33.96
15:00 - 16:00		30.33	1.54	12.06	33.34	38.84
16:00 - 17:00		28.74	9.16	6.02	33.76	33.01
17:00 - 18:00		37.22	22.10	9.35	23.41	50.73
18:00 - 19:00		37.16	13.64	38.31	28.42	52.38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.23 Diferencia de la Demora Promedio debido a la cola entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto

DIFERENCIA DE LA DEMORAS DEBIDO A LA COLA (%)						
HORA	TRAMO	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	Jorge Chávez	87.27	80.28	80.37	91.07	92.23
8:00 - 9:00		86.67	79.38	76.73	89.78	91.48
9:00 - 10:00		42.59	-30.19	90.31	92.76	92.74
10:00 - 11:00		60.31	-1.54	89.77	92.27	89.29
11:00 - 12:00		41.13	-65.04	91.15	90.86	91.00
12:00 - 13:00		60.09	-8.95	97.56	96.27	97.32
13:00 - 14:00		61.58	-7.93	93.50	96.81	96.36
14:00 - 15:00		-15.76	-195.84	92.44	86.63	90.48
15:00 - 16:00		43.50	-35.41	90.97	92.15	92.67
16:00 - 17:00		56.61	3.30	92.11	90.57	94.16
17:00 - 18:00		61.83	4.07	84.90	92.19	93.31
18:00 - 19:00		78.80	52.01	89.53	91.98	90.01

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4. Tiempo de parada promedio y número de paradas promedio

Como se observa en la Tabla 4.24, existe una reducción significativa del número de paradas promedio para todos los vehículos de un 35.10% entre las 12:00 y las 13:00. Así mismo, se observa reducciones significativas máximas para los buses, autos y taxis y camionetas y otros de 58.71%, 49.39% y 47.92% respectivamente para la misma hora. Por otro lado, las motos experimentan un incremento de más de 196% en el número de paradas promedio. Esto último, se debe a la diferencia entre la forma de manejar motocicletas en la vida real y la forma de conducir motocicletas en la ciudad de Arequipa.

En la Tabla 4.25, podemos observar la diferencia del tiempo de parada promedio máxima para todos los vehículos es de 43.82% entre las 11:00 y las 12:00 horas. Contrario a la sección anterior, los buses experimentan un incremento en el tiempo de paradas máximo de 126.17% entre las 8:00 y las 9:00, es decir, los buses experimentan menos paradas pero de más tiempo cada parada. Adicionalmente, el resto de las categorías experimentan una reducción significativa de los tiempos de parada promedio.

Tabla 4.24: Diferencia del Número de Paradas Promedio entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto

DIFERENCIA DEL NUMERO DE PARADAS PROMEDIO (%)						
HORA	TRAMO	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	Jorge Chávez	12.54	49.10	-72.96	13.14	26.00
8:00 - 9:00		-9.39	0.95	-34.33	-5.33	-22.48
9:00 - 10:00		-10.07	23.21	-95.18	-8.23	4.52
10:00 - 11:00		11.57	35.66	-76.25	17.32	24.01
11:00 - 12:00		21.54	32.90	-59.71	31.14	30.94
12:00 - 13:00		23.30	46.79	-94.64	28.73	32.30
13:00 - 14:00		35.10	58.71	-94.71	49.39	47.92
14:00 - 15:00		4.45	25.18	-196.37	18.34	26.22
15:00 - 16:00		18.52	26.14	-80.11	38.30	35.53
16:00 - 17:00		18.98	35.59	-79.87	35.04	19.06
17:00 - 18:00		24.45	40.40	-92.45	28.31	39.53
18:00 - 19:00		27.17	35.03	-41.57	32.12	43.09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.25: Diferencia Tiempo de Paradas Promedio entre el Modelo Base y el Modelo Propuesto

DIFERENCIA DEL TIEMPO DE PARADA PROMEDIO (%)						
HORA	TRAMO	TODOS	BUSES	MOTOS	AUTOS Y TAXIS	CAMIONETAS Y OTROS
7:00 - 8:00	Jorge Chávez	27.93	35.38	25.72	-6.93	28.92
8:00 - 9:00		-2.22	-126.17	57.08	0.84	-18.93
9:00 - 10:00		4.64	-73.92	44.49	-12.82	6.85
10:00 - 11:00		26.97	-37.14	46.93	22.72	34.54
11:00 - 12:00		43.82	-35.31	56.63	37.73	46.02
12:00 - 13:00		38.51	4.57	46.62	31.93	43.80
13:00 - 14:00		47.95	24.13	40.68	46.80	55.98
14:00 - 15:00		21.69	-87.50	13.26	16.61	36.41
15:00 - 16:00		34.82	-69.59	52.94	39.10	39.70
16:00 - 17:00		32.50	-48.13	48.88	35.10	34.79
17:00 - 18:00		42.60	-28.18	50.49	26.52	53.86
18:00 - 19:00		40.99	-44.76	69.14	32.53	55.68

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Proyección de los Flujos de Trafico

El año de corte para nuestra investigación es el año 2021 realizándose la simulación del comportamiento del modelo propuesto en los años 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021. Para este nuevo escenario (con proyecciones de flujo de tráfico futuras) se realiza la proyección de los volúmenes vehiculares del escenario base para cada año posterior al 2016, hasta el año de simulación 2021. La metodología seguida es la planteada por los autores Rafael Cal y Mayor R. y James Cárdenas G. en la 7a. Edición del libro "Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones". El procedimiento se explica a continuación:

El tránsito futuro (TF) se debe basar tanto en los volúmenes normales actuales (TA) como en los incrementos del tránsito (IT)⁷. De acuerdo a lo anterior:

$$TF = TA + IT$$

El tránsito actual (TA) está conformado por el tránsito existente (TE) y el tránsito atraído (TAt).

$$TA = TE + TAt$$

⁷ Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 1998

El tránsito existente corresponde al volumen total de la intersección en vehículos equivalentes en la hora de máxima de demanda del año 2016. Según los aforos realizados se tiene un TE = 921 veh/h para el año 2016, ver Figura 4.4.

Para este escenario no existiría un tránsito atraído ya que en la zona de estudio no se contemplan proyectos de infraestructura que pudieran atraer nuevos viajes, por lo cual se espera que los usuarios no cambien ni el origen, ni su destino, ni el modo de viaje.

El incremento del tránsito (IT) corresponde al volumen que se espera para el año 2021.

Este se encuentra conformado por el crecimiento normal del tránsito (CNT), el tránsito generado (TG) y el tránsito desarrollado (TD):

$$IT = CNT + TG + TD$$

El tránsito generado "consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los de transporte público que no se realizarían si no se construye la nueva carretera"⁸.

A partir de los datos del total del parque automotor para el periodo comprendido del año 2016 al año 2011²¹ establecido en el informe del Instituto Nacional de Estadística e Información, INEI, se determinó un crecimiento anual

Promedio del 7.43 %. Lo anterior se muestra en la Figura 4.13, Figura 4.14 y la Tabla 4.26:

Figura 4.14: Tránsito Vehicular, según tipo de vehículo, 2008 - 2012

(Unidades vehiculares)

VEHÍCULOS	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL	39,931,601	39,586,886	42,127,055	45,093,885	52,358,727
VEHÍCULOS LIGEROS	18,404,455	19,171,943	21,260,738	23,200,594	27,683,787
Tarifa Diferencial	1,339,066	1,177,963	1,792,108	2,109,139	2,243,888
Automóviles	17,065,389	17,993,980	19,468,630	21,091,455	25,439,899
VEHÍCULOS PESADOS	21,527,146	20,414,943	20,866,317	21,893,291	24,674,940
Tarifa Diferencial	958,669	737,429	452,606	469,003	558,982
2 Ejes	7,128,603	6,660,535	6,629,906	6,646,094	7,317,257
3 Ejes	4,646,069	4,541,608	4,616,270	4,980,207	5,669,065
4 Ejes	1,467,710	1,409,153	1,389,817	1,404,699	1,539,413
5 Ejes	2,266,406	1,970,236	2,000,941	1,974,479	2,099,576
6 Ejes	4,991,182	5,025,216	5,704,129	6,340,083	7,400,879
7 Ejes	68,507	70,766	72,648	78,726	89,768

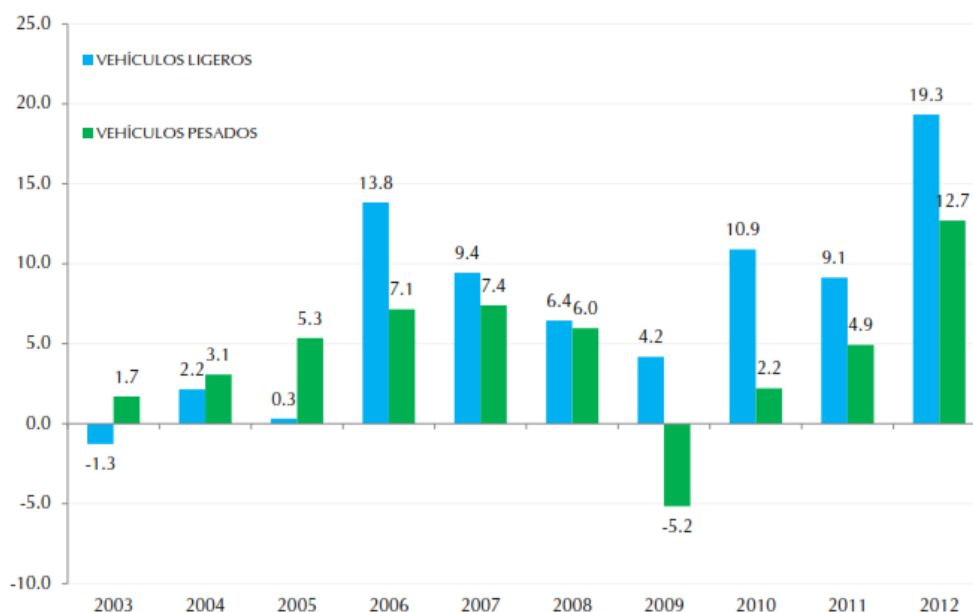
Fuente: MTC - PVN

Elaboración: MTC - OGPP - Oficina de Estadística

⁸ Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 1998

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Oficina de Estadística.

Figura 4.15: Variación porcentual del Tránsito Vehicular, 2003 - 2012



Fuente: MTC - PVN

Elaboración: MTC - OGPP - Oficina de Estadística

Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Oficina de Estadística.

Tabla 4.26: Variación Porcentual, según tipo de vehículo; 2003 - 2012

TIPO DE VEHICULO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vehículos Ligeros	-1.3	2.2	0.3	13.8	9.4	6.4	4.2	10.9	9.1	19.3
Vehículos Pesados	1.7	3.1	5.3	7.1	7.4	6.0	-5.2	2.2	4.9	12.7

Fuente: Elaboración propia.

Promedio – Vehiculos Ligeros = 7.43%

De esta forma, el CNT adoptado es del 7.43% del tránsito actual para cada uno de los años proyectados.

Este escenario no contiene la construcción de nueva infraestructura vial y el desarrollo de nuevos proyectos que mejore las condiciones del suelo adyacentes. De acuerdo a lo anterior se tiene $TG = 0$ y $TD = 0$. A partir del tránsito futuro se calcula un factor de proyección (FP), el cual se define como la relación entre el

tránsito futuro (TF) y el tránsito actual (TA). Los diferentes factores de proyección son calculados en la Tabla 4.27.

$$FP = \frac{TF}{TA}$$

Tabla 4.27: Factores de proyección para los años 2016 - 2021.

Año	T.E. (veh/h)	T.At. (veh/h)	T.A.	C.P.A*	C.N.T.	T.G	T.D	T.F.	FP
2016	921	0	921	0%	0	0	0	921	-
2017	921	0	921	7.43%	68	0	0	989	1.08
2018	989	0	989	7.43%	73	0	0	1062	1.08
2019	1062	0	1062	7.43%	79	0	0	1141	1.08
2020	1141	0	1141	7.43%	85	0	0	1226	1.08
2021	1226	0	1226	7.43%	91	0	0	1317	1.08

*C.P.A: crecimiento anual del parque automotor del Perú.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, a partir del factor de proyección se procede a determinar la proyección de los volúmenes vehiculares de la hora de máxima demanda discriminados por acceso y maniobra y expresados en vehículos equivalentes. Los resultados de lo anterior se muestran en la Tabla 4.28.

Tabla 4.28: Proyección de los flujos vehiculares para los años 2016 - 2021.

Año	INTERSECCION	DIRECCION	VOLUMEN (veh/h)	FP	C.N.T.	VOLUMEN PROYECTADO (VEH/H)
2016	Alto de la Luna	Av. Jorge Chávez	111	1.08	0	111
	Alto de la Luna	Víctor Lira	301	1.08	0	301
	Otero (Parque de la Muela)	Av. Jorge Chávez	310	1.08	0	310
	San Camilo	Av. Jorge Chávez	210	1.08	0	210
	Deán Valdivia	Av. Jorge Chávez	354	1.08	0	354
	Mollendo	Av. Jorge Chávez	443	1.08	0	443
	Av. Jorge Chávez	Mollendo	320	1.08	0	320
	Muñoz Najar	Av. Goyeneche	84	1.08	0	84
2017	Muñoz Najar	Paucarpata	187	1.08	0	187
	Alto de la Luna	Av. Jorge Chávez	111	1.08	9	120
	Alto de la Luna	Víctor Lira	301	1.08	24	325
	Otero (Parque de la Muela)	Av. Jorge Chávez	310	1.08	25	335
	San Camilo	Av. Jorge Chávez	210	1.08	17	227
	Deán Valdivia	Av. Jorge Chávez	354	1.08	28	382
	Mollendo	Av. Jorge Chávez	443	1.08	35	478
	Av. Jorge Chávez	Mollendo	320	1.08	26	346
2018	Muñoz Najar	Av. Goyeneche	84	1.08	7	91
	Alto de la Luna	Av. Jorge Chávez	120	1.08	10	129
	Alto de la Luna	Víctor Lira	325	1.08	26	351
	Otero (Parque de la Muela)	Av. Jorge Chávez	335	1.08	27	362
2019	San Camilo	Av. Jorge Chávez	227	1.08	18	245

Año	INTERSECCION	DIRECCION	VOLUMEN (veh/h)	FP	C.N.T.	VOLUMEN PROYECTADO (VEH/H)
2018	Mollendo	Av. Jorge Chávez	478	1.08	38	517
	Av. Jorge Chávez	Mollendo	346	1.08	28	373
	Muñoz Najar	Av. Goyeneche	91	1.08	7	98
	Muñoz Najar	Paucarpata	202	1.08	16	218
2019	Alto de la Luna	Av. Jorge Chávez	129	1.08	10	140
	Alto de la Luna	Víctor Lira	351	1.08	28	379
	Otero (Parque de la Muela)	Av. Jorge Chávez	362	1.08	29	391
	San Camilo	Av. Jorge Chávez	245	1.08	20	265
	Deán Valdivia	Av. Jorge Chávez	413	1.08	33	446
	Mollendo	Av. Jorge Chávez	517	1.08	41	558
	Av. Jorge Chávez	Mollendo	373	1.08	30	403
	Muñoz Najar	Av. Goyeneche	98	1.08	8	106
	Muñoz Najar	Paucarpata	218	1.08	17	236
2020	Alto de la Luna	Av. Jorge Chávez	140	1.08	11	151
	Alto de la Luna	Víctor Lira	379	1.08	30	410
	Otero (Parque de la Muela)	Av. Jorge Chávez	391	1.08	31	422
	San Camilo	Av. Jorge Chávez	265	1.08	21	286
2020	Mollendo	Av. Jorge Chávez	558	1.08	45	603
	Av. Jorge Chávez	Mollendo	403	1.08	32	435
	Muñoz Najar	Av. Goyeneche	106	1.08	8	114
	Muñoz Najar	Paucarpata	236	1.08	19	254
2021	Alto de la Luna	Av. Jorge Chávez	151	1.08	12	163
		Víctor Lira	410	1.08	33	442
	Otero (Parque de la Muela)	Av. Jorge Chávez	422	1.08	34	455
	San Camilo	Av. Jorge Chávez	286	1.08	23	309
	Deán Valdivia	Av. Jorge Chávez	482	1.08	39	520
	Mollendo	Av. Jorge Chávez	603	1.08	48	651

Año	INTERSECCION	DIRECCION	VOLUMEN (veh/h)	FP	C.N.T.	VOLUMEN PROYECTADO (VEH/H)
2021	Muñoz Najar	Av. Goyeneche	114	1.08	9	123
	Muñoz Najar	Paucarpata	254	1.08	20	275

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se ejecutó el programa siguiendo la metodología previamente usada en esta investigación, con la única diferencia que para poder evaluar la proyección de los flujos vehiculares, se asesoró solo la hora pico para la Av. Jorge Chávez. Los resultados se detallan en la Tabla 4.29, en la podemos observamos que los niveles de servicio aumento desde el año 2017 a un nivel C que se mantiene hasta el año 2021, sin embargo, no llega al nivel de servicio D obtenido en el Modelo Base.

Tabla 4.29 Modelo propuesto proyectado para los años 2016 - 2021

Año	Demora Promedio	Demora Promedio por Intersección	Nivel de Servicio
2016	117.49	19.58	B
2017	124.12	20.69	C
2018	127.86	21.31	C
2019	142.80	23.80	C
2020	164.19	27.37	C
2021	168.56	28.09	C

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Como se mencionó anteriormente, la presente investigación fue diseñada para identificar una estrategia de control de tráfico en tiempo real que mejorará y optimizará el funcionamiento de la Avenida Jorge Chávez.

La principal conclusión es que: la implementación de un *Sistema de Control Tráfico Accionado*, es necesario para un mejor y eficaz manejo de la Avenida Jorge Chávez, debido a que permitirá una reducción en: los tiempos de viaje, demora promedio, la demora promedio debido al largo de cola, el número de paradas y el tiempo promedio debido a las paradas, permitiendo un flujo continuo y adecuado. Esto además, se ve reflejado en los Niveles de Servicio actuales, en su mayoría C y D, reducidos de forma global a B.

Así mismo, se han podido inferir otras conclusiones que se enumeran a continuación:

- Se puede concluir que los volúmenes de vehículos ingresados como datos y los volúmenes de vehículos simulados por el programa Vissim son bastante cercanos, habiendo obtenido un GEH de más de 92%, por lo que se puede concluir que el modelo del escenario base está correctamente calibrado y validado. Las pequeñas variaciones obtenidas en el flujo de tráfico están dentro de los límites esperados de las variaciones aleatorias de un flujo de tráfico normal o típico.
- En el presente estudio se obtuvo una reducción de más 23% en los tiempos de viaje para todos los vehículos que atraviesan esta avenida. Contrariamente, el transporte público experimentó un significativo incremento en los tiempos de viaje, esto se debe, a las diferentes modificaciones y estrategias implementadas en el Modelo Propuesto, como el uso de un carril exclusivo para buses, que en la actualidad se encuentra implementado en la Av. Jorge Chávez. Además, se debe tener en cuenta que el vehículo usado en la simulación no tiene las mismas características geométricas que los vehículos de transporte público que transitan en la Av. Jorge Chávez, siendo este último más pequeño que el usado en la simulación, lo que podría repercutir de forma negativa en el modelo.



- Incluso para aquellas intersecciones cuyos tiempos de viaje no fueron reducidos significativamente y en especial para la avenida Jorge Chávez, se observó que la experiencia de viaje es más fluida y continúa, debido a la reducción del número de paradas.
- Además, se logró una reducción de la demora promedio para todos los vehículos de 44.45% para la hora pico en la Av. Jorge Chávez. Contrariamente las motos incrementaron su demora promedio en un 55.08%, debido a que en el programa de simulación, las motos son conducidas en la mitad del carril, pero en la realidad, estas son conducidas entre los carriles o en los costados de los carriles.
- Adicionalmente se obtuvo una reducción de la demora debido a largos de cola de 96.81% para los vehículos de transporte privado (autos y taxis). Al contrario, los buses experimentaron un incremento de casi 195%, para la hora de máxima demanda.
- El número de paradas promedio y los tiempos de paradas promedio también fueron reducidos significativamente para todos los vehículos en un 35.10% y 43.82% respectivamente.
- Con base a la investigación se puede, también, concluir que, algunas de las intersecciones que desembocan en la Avenida Jorge han experimentado una reducción en su nivel servicio (como es el caso de Alto de la Luna – Víctor Lira y Mollendo), esto es el resultado de que cualquier tiempo verde extra dado a una de las calles menores siempre vuelve a la avenida Jorge Chávez cuando no hay demanda suficiente, mientras que, cualquier tiempo verde extra dado a la avenida Jorge Chávez, no regresa de nueva a las calle menores cuando estas requerían de un tiempo verde extra. Esto se debe a una clausula usada en el algoritmo. Siendo la calle Mollendo la más perjudicada, debido al gran número de vehículos que ingresan desde esta calle, además de los conflictos que ocasionan los vehículos que intentar egresar de la avenida Jorge Chávez.

Recomendaciones

- Se recomienda una regularización y ordenamiento de las diferentes líneas de transporte público que no solo permitirá una reducción del número de buses en la avenida, sino también, un mejor flujo de estos mismos.
- Se puede inferir, de la presente investigación, que cuando los volúmenes de tráfico son bajos, cualquier estrategia de control de tráfico dará resultado (ya

sea de tiempo fijo o accionados). Por eso se recomienda implementar planes con pequeñas variaciones para las horas pico y las horas valle.

- Se recomienda que futuras investigaciones tomen un enfoque diferente respecto a la simulación del transporte público, de forma tal que se use tipos de vehículos con características más cercanas a la situación actual.
- Es importante recalcar que las aplicaciones de estrategias de control de tráfico en tiempo real en países en vías de desarrollo tienen una connotación diferente con las estrategias de control de tráfico en países desarrollados. Esto se debe, principalmente a la cultura y a la educación vial que se tiene. Es por eso, que se recomienda, que cualquier estrategia de gestión de tráfico vaya acompañada, no solo, de normas y leyes, sino también, de campañas de educación vial que promuevan e incentiven el cumplimiento y fortalecimiento de las reglas de tránsito por parte de peatones y conductores de vehículos.
- Consecuentemente, se hace un llamado a las autoridades locales en materia de tránsito y transporte para que migren sus estrategias de control de tráfico hacia tecnologías en tiempo real que mediante controles y algoritmos permitan mejorar el comportamiento global del sistema vial. Esto se debe a que en la actualidad, especialmente en Perú, los gobiernos locales aún están invirtiendo en infraestructuras para resolver la problemática del transporte, los cuales tienden a resolver el problema a corto plazo. Es de carácter imperativo dar respuesta a esta problemática con políticas de movilidad sostenibles priorizando al peatón.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams. S. (2007). Evaluation of third Traffic Simulation Modeling Capabilities. Center for Transportation Training and Research. Texas Southern University, Tech. Rep.
- Agosta, Roberto. Y Papazian, Arturo. (2006). Operación y Control de Sistemas de Transporte.
- Allsop, R. (1976). SIGCAP: A Computer Program for Assessing the Traffic Capacity of Signal-Controlled Road Junctions. Traffic Engineering & Control, vol. 17.
- Ávila Medrano Álvaro. (2008). Elección de Rutas Alternas en un Escenario de Tráfico, por medio de la Simulación con Autómatas Celulares. Tesis Maestría en Ciencias de la Computación. Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco. México.
- Ayuntamiento de Madrid Instrucción de Vía Pública. (2000). Intersecciones Semaforizadas. Madrid, España.
- Box, Paul. Oppenlander, Joseph. 1985. Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Asociación Mexicana de Ingeniería de Transportes A. C. México.
- Cal y Mayor y Asociados, (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones. 8 Ed. México.
- Chowdhury D. Pasupathy A. and Sinha S. (1998). Distributions of time and distance headways in the Nagel-Schreckenberg model of vehicular traffic: effects of hidrances. European Physical Journal B.
- Cofre, Leandro. Salvati, Catalina. Suárez, Francisco. (2008). Modelado de Tránsito con Redes Petri. Proyecto final de la carrera de Lic. En Sistemas. Universidad FASTA Bariloche. España.
- Daganzo, C. (1994). Requiem for Second - Order Fluid Approximations of Traffic Flow. Department of Civil Engineering and Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, EE.UU.
- Day, I. (1998). Scoot Split Cycle Offset Optimization Technique. Siemens, Austin, Texas. Estados Unidos EE.UU.
- Fang. F and L. (2005). Some Guidelines for Selecting Microsimulation Models for Interchange Traffic Operational Analysis". Journal of Transportation Engineering. EEUU.
- Gazis, D. (2002). Traffic Theory. Kluwer Academic Publishers. Bostón, Estados Unidos EE.UU. Gerencia General de Transporte Urbano (GGTU). Municipalidad de Callao, Perú.
- Hall, R. (2003). Handbook of Transportation Science. Kluwer Academic Publishers.

Hunt, P. Bretherton, R. Robertson, D. and Royal, M. (1982). Scoot on Line Traffic Signal Optimization Technique. Traffic Engineering and Control.

López Secundino, García Marco, Hernández Pedro, Hernández Alejandro. (2000). Control Inteligente de Redes Urbanas de Tráfico. Centro de Inteligencia Artificial de la Ciudad de Oviedo. Gijón, España.

Osuna E. E., Newell G. F. (1972). Control Strategies for an Idealized Public Transportation System. Transportation Science 6.

Otárola Gustavo, Cortés Cristián E. y Sáez Doris. (2008). Control Predictivo Basado en Semáforos de Prioridad para Transporte Público. Departamento de Ingeniería Civil división Transporte, Universidad de Chile, Blanco Encalada, Santiago de Chile, Chile.

Papageorgiou, M. Ben-Akiva, M. Bottom, J. Bovy, P. Hoogendoorn, S. Hounsell, N. Kotsialos, A. and McDonald, M. (2007). ITS and Traffic Management. Handbooks in Operations Research and Management Science.

Papageorgiou, M. Diakaki, C. Dinopoulou V. Kotsialos, A. Wang, Y. (2003). Review of Road Traffic Control Strategies, Proceedings of the IEEE, Transactions on Intelligent Transportation Systems.

PTV Planung Transport Verkehr AG. 2010. Manual de Vissim 7.00. Alemania.

PTV Planung Transport Verkehr AG. 2007. Manual de VAP 216. 2007. Alemania

Robertson, D. (1969). Transyt Method for Area Traffic Control. McTrans Center University of Florida, Florida, Estados Unidos EE.UU.

Rodríguez Zamora, René. (2002). Modelación de Flujo de Tránsito de Autos Utilizando Autómatas Celulares. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Puebla. México.

Sáez, D. Cortés, C. Sáez, E. Riquelme, M. Núñez, A. Tirachini, A. (2008) Hybrid Predictive Control Strategy for a Public Transportation System with Uncertain Demand. En Proceedings Special Issue Selected papers from the Triennial Symposium on Transportation Analysis (TRISTAN).

SIGSET. (1971). SIGSET: A Computer Program for Calculating Traffic Signal Settings. Traffic Engineering and Control, vol. 12.

Valdés, Antonio PhD. (1982). Ingeniería de Tráfico. Editorial Dossat S.A. Madrid, España.

Vásquez, Luz Dary. (2008). Determinación de los Valores Operacionales del Control de Tráfico Urbano y Sistemas de Gestión Dependientes de los Niveles de Adaptación de Tráfico. Revista ANDINATRAFFIC. Edición 4. Bogotá, Colombia.

Wey, W. (2000). Model Formulation and Solution Algorithm Of Traffic Signal Control in an Urban Network. Escuela Superior de Arquitectura y Diseño Urbano Universidad de Tecnología de Chaoyang, Taiwán, China.

Wood, K. Palmer, J. and Bretherton, R. (1994). Congestion Analysis and Diagnosis in UTC networks. Presentado en: Road Traffic Monitoring and Control, Seventh International Conference on.

Yang, Q. (1997). A Simulation Laboratory for Evaluation of Dynamic Traffic Management Systems. Ph.D dissertation. Royal Institute of Technology. Massachusetts, EEUU.



ANEXOS

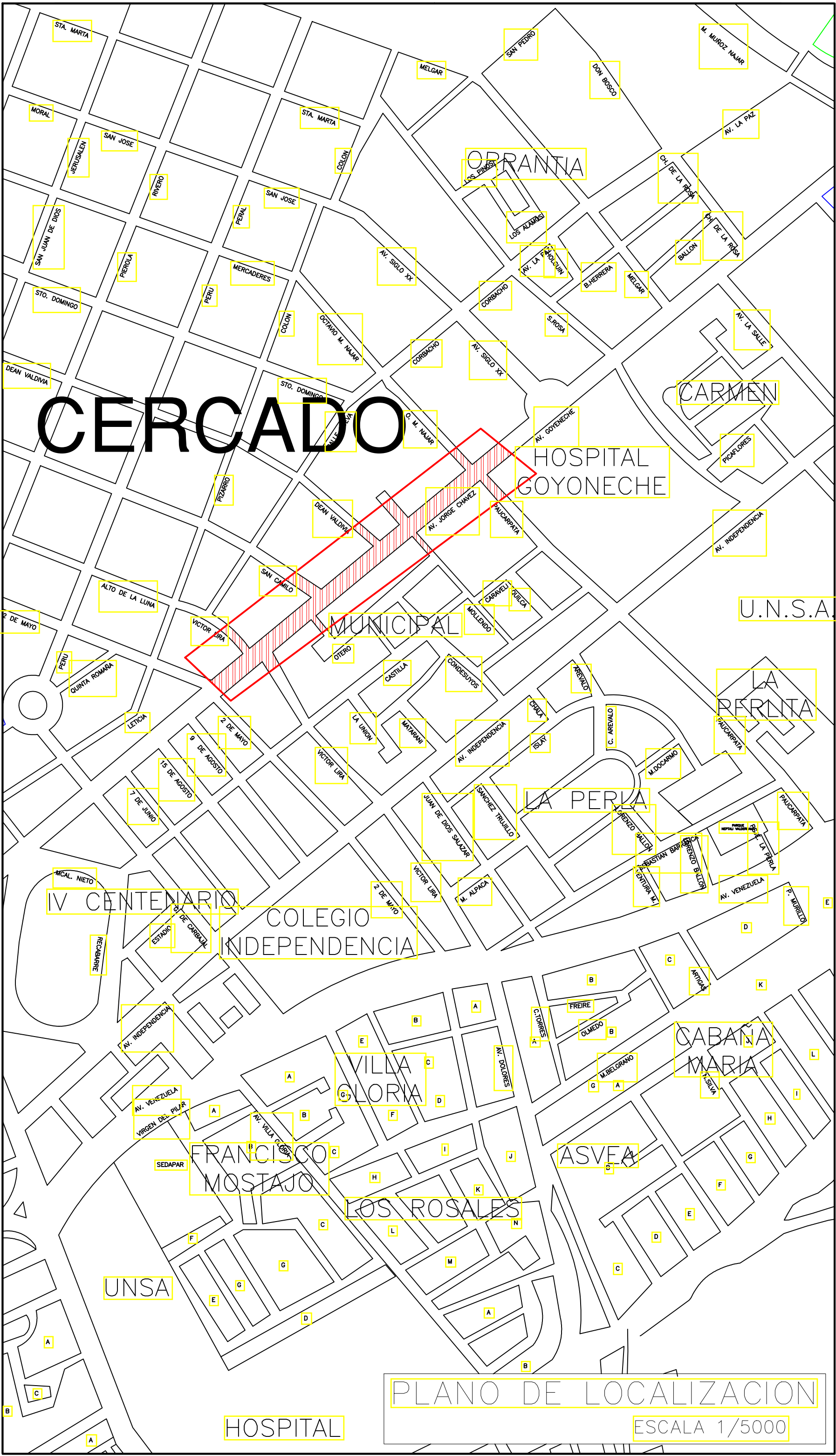
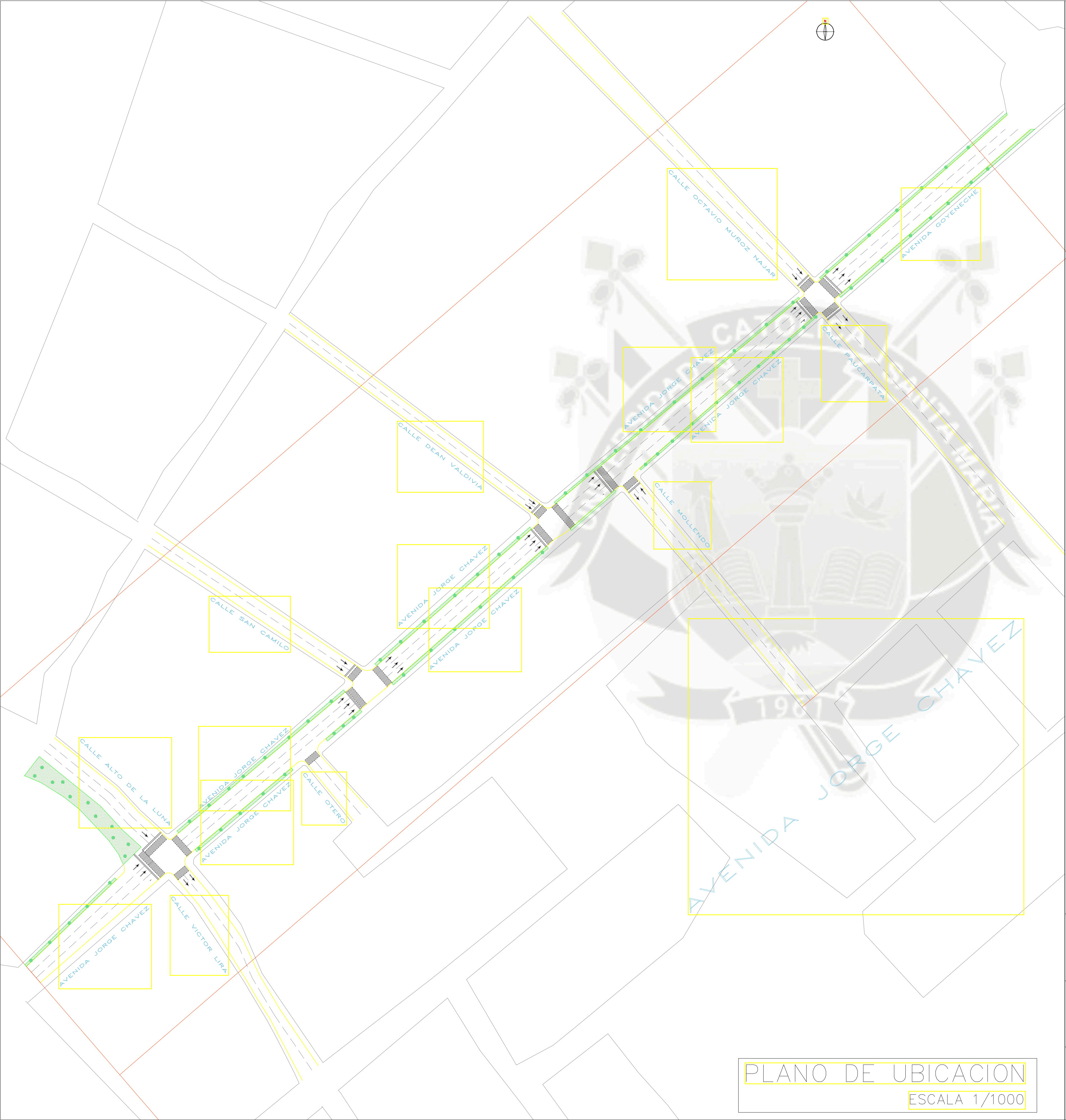
- I. Plano de la geometría de la zona bajo estudio (Av. Jorge Chávez).
- II. Panel fotográfico de la recolección de datos.
- III. Aforos vehiculares.
- IV. Calibración del modelo base.
- V. Algoritmo desarrollado en VISVAP.



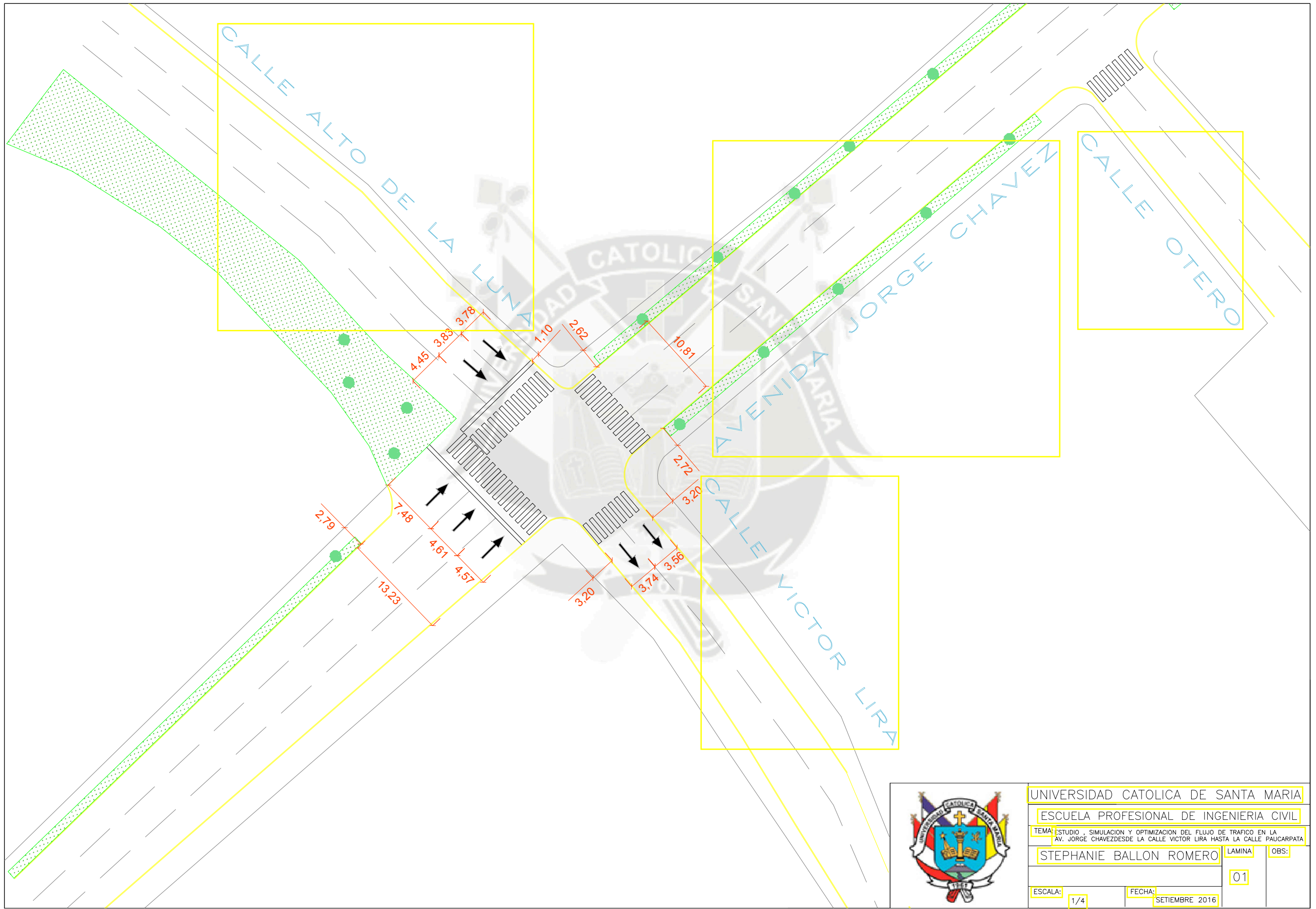


ANEXO I PLANO DE LA AV. JORGE CHAVEZ



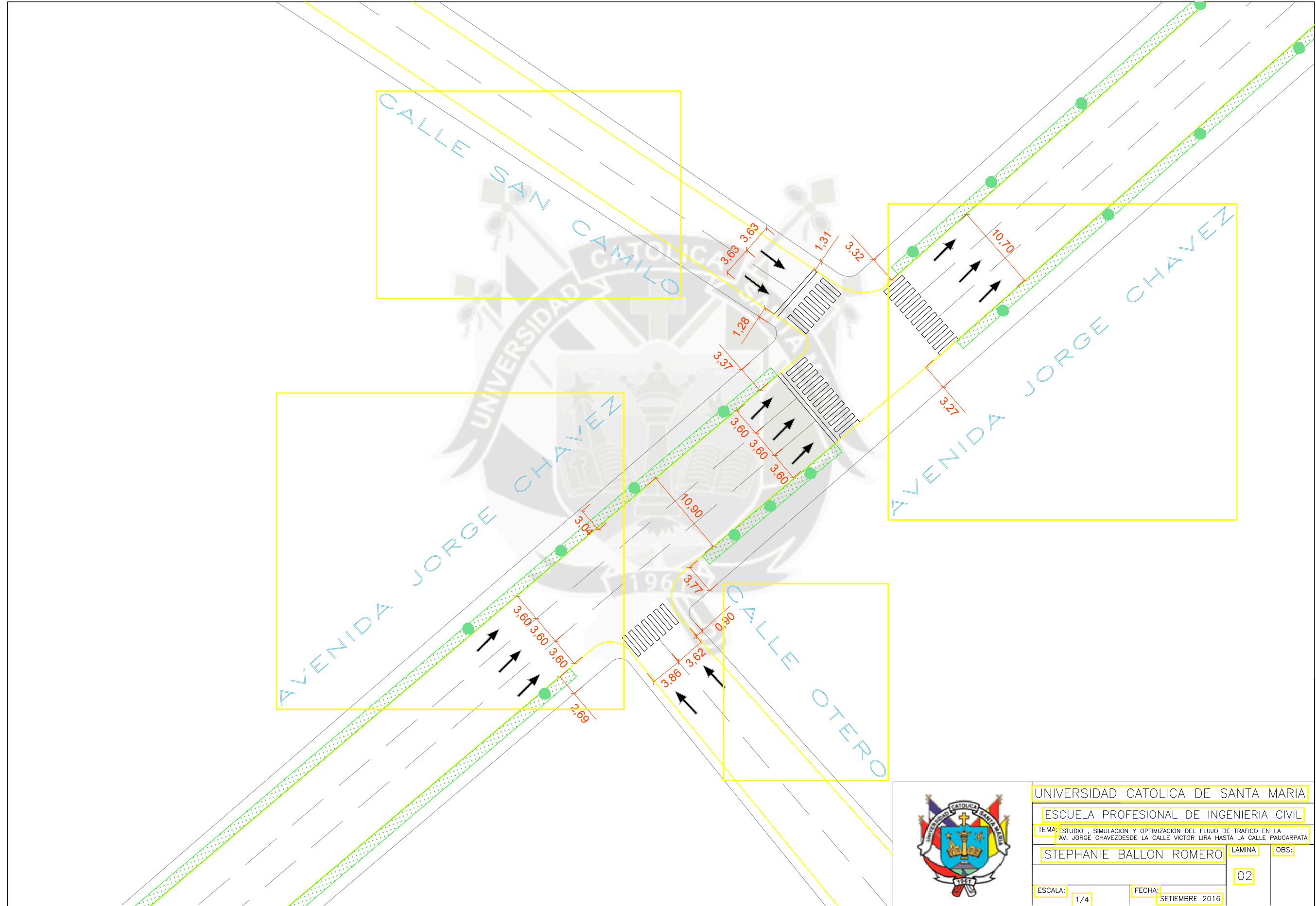


ELABORADO:		Stephanie Ballon Romero	
PLANO:		UBICACION Y LOCALIZACION	
ESCALA		FECHA	
INDICADAS		03/02/14	
		LAMINA :	
		U-01	

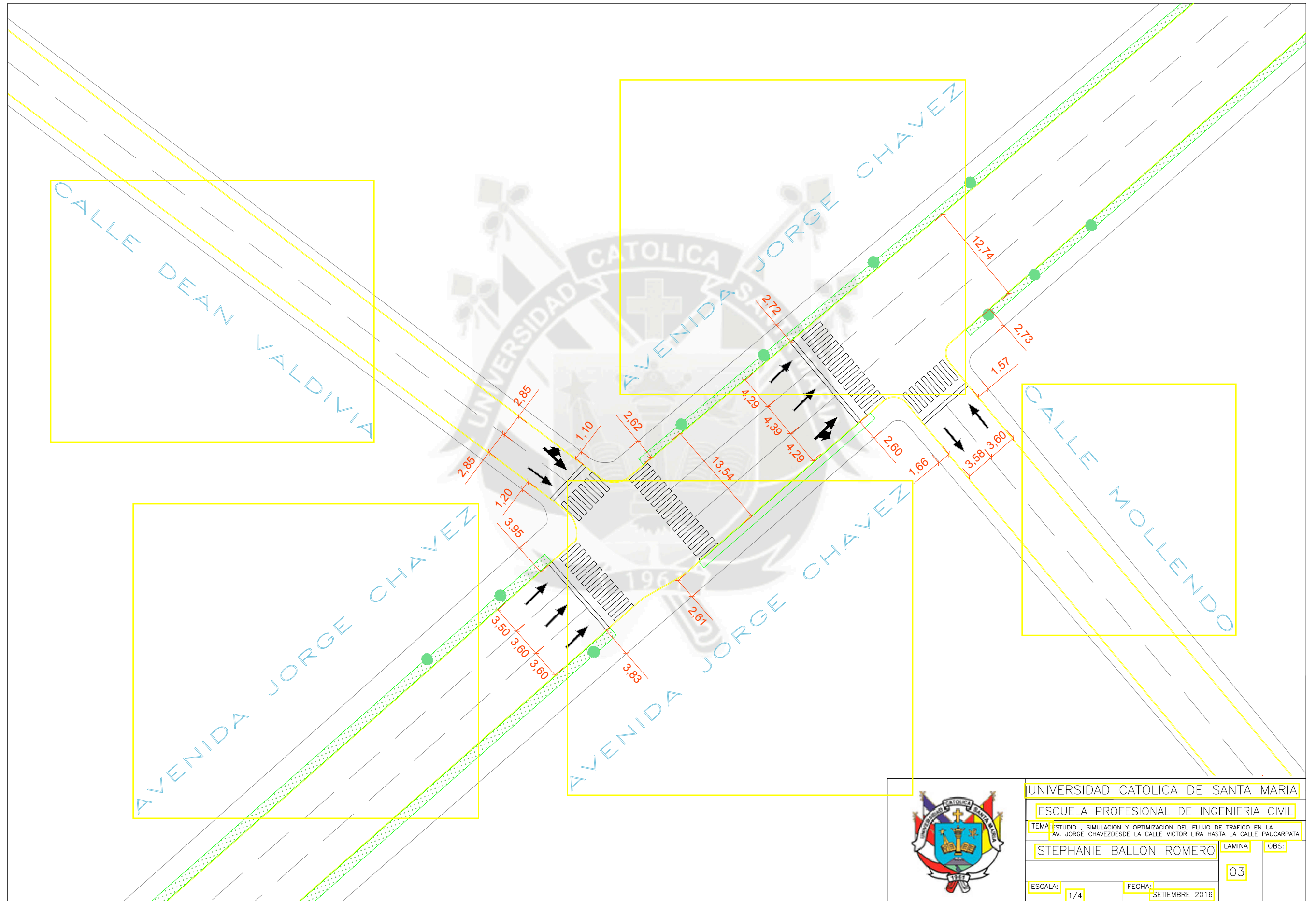




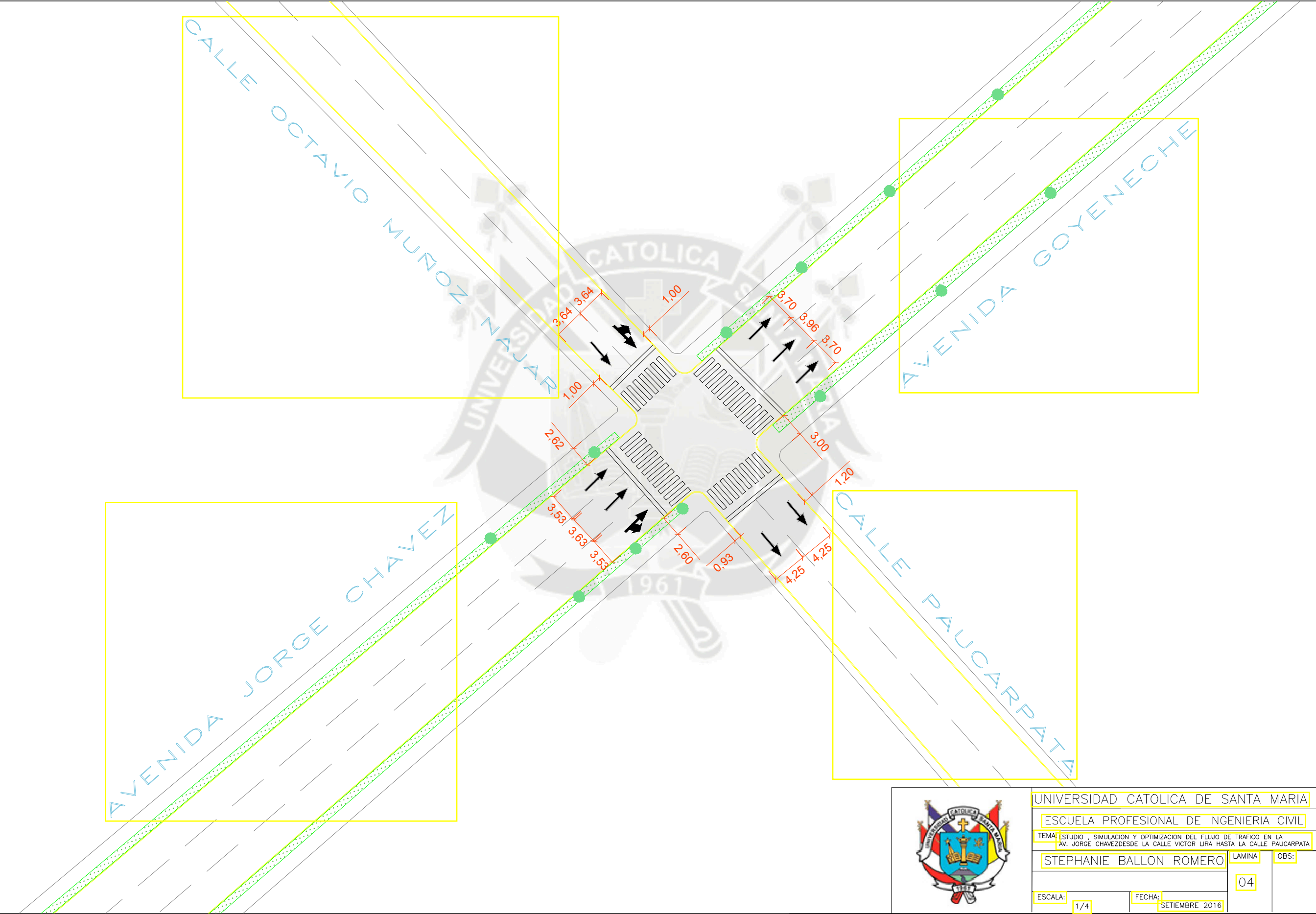
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TEMA: ESTUDIO , SIMULACION Y OPTIMIZACION DEL FLUJO DE TRAFICO EN LA AV. JORGE CHAVEZDESDE LA CALLE VICTOR LIRA HASTA LA CALLE PAUCARPATA			
STEPHANIE BALLON ROMERO		LAMINA	OBS:
		01	
ESCALA:	1/4	FECHA:	SETIEMBRE 2016



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TEMA: ESTUDIO , SIMULACION Y OPTIMIZACION DEL FLUJO DE TRAFICO EN LA AV. JORGE CHAVEZDESDE LA CALLE VICTOR LIRA HASTA LA CALLE PAUCARPATA			
STEPHANIE BALLON ROMERO		LAMINA	OBS:
		02	
ESCALA:	1/4	FECHA:	SEPTIEMBRE 2016



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TEMA: ESTUDIO , SIMULACION Y OPTIMIZACION DEL FLUJO DE TRAFICO EN LA AV. JORGE CHAVEZDESDE LA CALLE VICTOR LIRA HASTA LA CALLE PAUCARPATA			
STEPHANIE BALLON ROMERO		LAMINA	OBS:
		03	
ESCALA:	1/4	FECHA:	SEPTIEMBRE 2016



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TEMA: ESTUDIO, SIMULACION Y OPTIMIZACION DEL FLUJO DE TRAFICO EN LA AV. JORGE CHAVEZ DESDE LA CALLE VICTOR LIRA HASTA LA CALLE PAUCARPATA			
STEPHANIE BALLON ROMERO		LAMINA	OBS:
		04	
ESCALA:	1/4	FECHA:	SEPTIEMBRE 2016



ANEXO II

PANEL FOTOGRAFICO DE LA RECOLECCION DE DATOS



Fotografía N° 1: Recolectión de datos para el aforo vehicular en la Calle Deán Valdivia.



Fotografía N° 2: Recolectión de datos para el aforo vehicular en la Calle San Camilo.



Fotografía N° 3: Recolección de datos para el aforo vehicular en la Calle Mollendo.



Fotografía N° 4: Punto estratégico para la toma de datos de la intersección Víctor Lira – Jorge Chávez.



Fotografía N° 5: Vista de la problemática de la Calle Mollendo (largo de cola).



Fotografía N° 6: Punto estratégico para la toma de datos de la intersección Muñoz Najar – Jorge Chávez.



Fotografía N° 7: Vista del flujo vehicular proveniente de la Av. Jorge Chávez.





ANEXO III AFOROS VEHICULARES





CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Alto de la Luna - Jorge Chavez Sentido: O - N
Estacion: 1
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	1	1	1	0	1	0	4
7:05:00	7:10:00	0	1	0	0	1	0	0	2
7:10:00	7:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0
7:15:00	7:20:00	0	1	0	1	0	0	1	3
7:20:00	7:25:00	0	1	1	0	0	0	0	2
7:25:00	7:30:00	0	1	0	0	0	0	0	1
7:30:00	7:35:00	0	1	0	0	1	0	0	2
7:35:00	7:40:00	0	0	0	0	0	0	0	0
7:40:00	7:45:00	0	1	1	1	0	0	0	3
7:45:00	7:50:00	0	0	0	0	0	0	0	0
7:50:00	7:55:00	0	1	1	0	0	0	0	2
7:55:00	8:00:00	0	2	0	0	0	0	0	2
8:00:00	8:05:00	0	3	1	0	0	0	0	4
8:05:00	8:10:00	0	3	1	1	0	0	1	6
8:10:00	8:15:00	0	4	1	0	1	0	0	6
8:15:00	8:20:00	0	3	0	0	0	0	0	3
8:20:00	8:25:00	0	0	2	1	0	1	0	4
8:25:00	8:30:00	0	0	1	0	0	0	0	1
8:30:00	8:35:00	0	5	1	0	0	0	0	6
8:35:00	8:40:00	0	1	0	0	0	0	0	1
8:40:00	8:45:00	0	3	1	0	0	0	0	4
8:45:00	8:50:00	0	1	0	0	0	0	0	1
8:50:00	8:55:00	0	3	0	0	0	0	0	3
8:55:00	9:00:00	0	1	1	0	0	0	0	2
9:00:00	9:05:00	0	2	1	0	0	0	0	3
9:05:00	9:10:00	0	1	0	1	0	2	0	4
9:10:00	9:15:00	0	2	2	1	1	0	0	6
9:15:00	9:20:00	0	4	1	0	0	0	0	5
9:20:00	9:25:00	0	2	0	1	0	1	0	4
9:25:00	9:30:00	0	1	0	0	0	0	0	1
9:30:00	9:35:00	0	2	2	0	0	0	0	4
9:35:00	9:40:00	0	2	1	0	0	0	0	3
9:40:00	9:45:00	0	4	0	1	1	0	0	6
9:45:00	9:50:00	0	2	0	0	0	0	0	2
9:50:00	9:55:00	0	3	1	0	0	0	0	4
9:55:00	10:00:00	0	1	0	0	0	0	0	1
10:00:00	10:05:00	0	3	1	0	0	0	0	4
10:05:00	10:10:00	0	3	0	0	0	0	1	4
10:10:00	10:15:00	0	3	0	1	0	1	0	5
10:15:00	10:20:00	0	3	1	0	1	0	0	5
10:20:00	10:25:00	0	4	0	0	0	0	0	4



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	7	1	0	0	0	0	8
10:30:00	10:35:00	0	3	0	1	1	0	0	5
10:35:00	10:40:00	0	5	0	0	0	1	1	7
10:40:00	10:45:00	0	6	0	0	0	0	0	6
10:45:00	10:50:00	0	6	1	1	0	0	1	9
10:50:00	10:55:00	0	3	2	0	1	0	0	6
10:55:00	11:00:00	0	2	0	0	0	0	1	3
11:00:00	11:05:00	0	4	1	0	0	0	0	5
11:05:00	11:10:00	0	3	0	0	0	0	1	4
11:10:00	11:15:00	0	6	1	0	0	0	0	7
11:15:00	11:20:00	0	4	1	0	0	0	0	5
11:20:00	11:25:00	0	4	1	1	0	0	0	6
11:25:00	11:30:00	0	2	1	0	0	0	0	3
11:30:00	11:35:00	0	5	0	1	0	0	0	6
11:35:00	11:40:00	0	9	1	0	0	0	0	10
11:40:00	11:45:00	0	6	0	0	0	0	0	6
11:45:00	11:50:00	0	3	0	1	0	0	0	4
11:50:00	11:55:00	0	5	1	0	0	0	0	6
11:55:00	12:00:00	0	6	2	0	0	0	0	8
12:00:00	12:05:00	0	10	2	0	0	0	0	12
12:05:00	12:10:00	0	4	0	0	0	0	0	4
12:10:00	12:15:00	0	6	3	1	1	0	0	11
12:15:00	12:20:00	0	4	0	0	0	0	0	4
12:20:00	12:25:00	0	5	3	1	1	0	0	10
12:25:00	12:30:00	0	12	1	0	1	0	0	14
12:30:00	12:35:00	0	12	2	1	1	0	0	16
12:35:00	12:40:00	0	6	1	1	0	3	0	11
12:40:00	12:45:00	0	8	1	0	0	0	0	9
12:45:00	12:50:00	0	9	1	1	0	4	1	16
12:50:00	12:55:00	0	6	0	1	0	0	0	7
12:55:00	13:00:00	0	1	2	0	0	0	0	3
13:00:00	13:05:00	0	8	2	0	0	1	0	11
13:05:00	13:10:00	0	10	2	0	0	0	1	13
13:10:00	13:15:00	0	12	1	0	0	0	0	13
13:15:00	13:20:00	0	4	3	0	0	0	0	7
13:20:00	13:25:00	0	3	2	0	0	0	0	5
13:25:00	13:30:00	0	6	2	0	0	3	0	11
13:30:00	13:35:00	0	7	1	0	0	0	0	8
13:35:00	13:40:00	0	5	1	0	1	1	0	8
13:40:00	13:45:00	0	4	3	0	1	0	0	8
13:45:00	13:50:00	0	2	1	0	0	1	1	5
13:50:00	13:55:00	0	5	1	0	0	1	0	7
13:55:00	14:00:00	0	3	0	1	0	0	0	4
14:00:00	14:05:00	0	8	3	1	0	0	0	12
14:05:00	14:10:00	0	5	0	0	0	1	0	6
14:10:00	14:15:00	0	5	1	1	1	0	0	8



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	5	2	0	0	0	0	7
14:20:00	14:25:00	0	7	1	0	0	0	0	8
14:25:00	14:30:00	0	2	3	1	0	0	1	7
14:30:00	14:35:00	0	4	2	1	0	1	0	8
14:35:00	14:40:00	0	2	1	0	0	0	0	3
14:40:00	14:45:00	0	6	3	2	0	0	0	11
14:45:00	14:50:00	0	2	2	0	0	0	0	4
14:50:00	14:55:00	0	2	2	2	0	0	0	6
14:55:00	15:00:00	0	2	3	0	0	0	0	5
15:00:00	15:05:00	0	5	0	1	1	1	0	8
15:05:00	15:10:00	0	4	3	1	0	0	0	8
15:10:00	15:15:00	0	2	1	1	0	0	0	4
15:15:00	15:20:00	0	4	4	0	1	1	0	10
15:20:00	15:25:00	0	3	2	1	0	0	0	6
15:25:00	15:30:00	0	3	1	1	0	0	0	5
15:30:00	15:35:00	0	2	2	0	1	0	0	5
15:35:00	15:40:00	0	3	3	1	0	1	0	8
15:40:00	15:45:00	0	2	1	0	0	0	0	3
15:45:00	15:50:00	0	6	0	1	0	0	0	7
15:50:00	15:55:00	0	4	2	1	1	0	0	8
15:55:00	16:00:00	0	4	3	0	0	0	0	7
16:00:00	16:05:00	0	2	0	1	1	0	0	4
16:05:00	16:10:00	0	7	1	3	0	1	0	12
16:10:00	16:15:00	0	3	2	0	0	0	0	5
16:15:00	16:20:00	0	6	1	0	0	0	0	7
16:20:00	16:25:00	0	6	2	1	1	0	0	10
16:25:00	16:30:00	0	4	3	0	0	1	0	8
16:30:00	16:35:00	0	4	1	1	0	0	1	7
16:35:00	16:40:00	0	5	0	0	0	0	0	5
16:40:00	16:45:00	0	7	3	0	1	1	0	12
16:45:00	16:50:00	0	2	1	0	0	1	0	4
16:50:00	16:55:00	0	3	2	1	0	0	0	6
16:55:00	17:00:00	0	6	5	0	0	0	0	11
17:00:00	17:05:00	0	4	3	1	0	0	0	8
17:05:00	17:10:00	0	2	2	0	0	0	0	4
17:10:00	17:15:00	0	3	3	2	0	0	0	8
17:15:00	17:20:00	0	5	0	1	0	0	0	6
17:20:00	17:25:00	0	7	2	0	0	0	0	9
17:25:00	17:30:00	0	1	3	1	1	1	0	7
17:30:00	17:35:00	0	3	3	0	1	0	0	7
17:35:00	17:40:00	0	3	2	1	0	0	1	7
17:40:00	17:45:00	0	6	1	0	0	1	0	8
17:45:00	17:50:00	0	2	1	2	0	0	0	5
17:50:00	17:55:00	0	4	1	1	1	0	0	7
17:55:00	18:00:00	0	6	5	0	0	0	0	11
18:00:00	18:05:00	0	3	3	0	0	1	0	7



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	7	1	3	2	0	0	13
18:10:00	18:15:00	0	2	3	2	0	0	0	7
18:15:00	18:20:00	0	5	3	0	0	1	1	10
18:20:00	18:25:00	0	5	5	2	0	0	0	12
18:25:00	18:30:00	0	2	3	0	2	2	0	9
18:30:00	18:35:00	0	6	0	0	0	0	0	6
18:35:00	18:40:00	0	2	3	0	0	0	1	6
18:40:00	18:45:00	0	2	1	0	1	1	0	5
18:45:00	18:50:00	0	4	2	3	0	0	0	9
18:50:00	18:55:00	0	6	2	0	0	0	0	8
18:55:00	19:00:00	0	6	3	0	0	0	0	9
TOTAL		0	563	192	64	30	37	15	901



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Alto de la Luna - Víctor Lira
Estacion: 1
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

Sentido: O - N



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	3	0	0	1	1	0	5
7:05:00	7:10:00	0	0	1	0	0	0	2	3
7:10:00	7:15:00	0	1	1	0	0	0	1	3
7:15:00	7:20:00	0	1	0	2	3	0	0	6
7:20:00	7:25:00	0	0	1	1	0	1	1	4
7:25:00	7:30:00	0	0	1	2	1	0	0	4
7:30:00	7:35:00	0	3	0	1	1	2	0	7
7:35:00	7:40:00	0	1	0	2	0	0	1	4
7:40:00	7:45:00	0	3	0	1	1	0	2	7
7:45:00	7:50:00	0	2	1	2	2	3	0	10
7:50:00	7:55:00	0	3	0	2	1	1	0	7
7:55:00	8:00:00	0	1	2	3	1	0	3	10
8:00:00	8:05:00	0	2	1	3	1	3	1	11
8:05:00	8:10:00	0	0	1	1	0	0	0	2
8:10:00	8:15:00	0	1	3	3	1	2	0	10
8:15:00	8:20:00	0	6	2	5	3	2	1	19
8:20:00	8:25:00	0	3	3	2	1	2	0	11
8:25:00	8:30:00	0	1	1	2	5	1	1	11
8:30:00	8:35:00	0	2	1	2	1	0	1	7
8:35:00	8:40:00	0	1	1	3	0	2	0	7
8:40:00	8:45:00	0	3	1	3	1	1	1	10
8:45:00	8:50:00	0	0	2	2	3	1	0	8
8:50:00	8:55:00	0	1	2	1	4	0	2	10
8:55:00	9:00:00	0	2	1	3	2	0	0	8
9:00:00	9:05:00	0	1	1	2	1	0	1	6
9:05:00	9:10:00	0	5	4	3	5	1	0	18
9:10:00	9:15:00	0	1	0	0	1	1	3	6
9:15:00	9:20:00	0	3	4	1	2	2	0	12
9:20:00	9:25:00	0	1	3	5	3	1	0	13
9:25:00	9:30:00	0	4	2	1	0	0	0	7
9:30:00	9:35:00	0	2	3	7	3	0	2	17
9:35:00	9:40:00	0	3	1	2	1	2	0	9
9:40:00	9:45:00	0	6	6	4	2	1	1	20
9:45:00	9:50:00	0	5	3	3	1	0	0	12
9:50:00	9:55:00	0	4	6	8	0	2	1	21
9:55:00	10:00:00	0	2	4	4	0	0	0	10
10:00:00	10:05:00	0	10	5	4	4	0	1	24
10:05:00	10:10:00	0	6	2	3	1	2	0	14
10:10:00	10:15:00	0	1	4	8	2	1	0	16
10:15:00	10:20:00	0	6	7	3	2	2	1	21
10:20:00	10:25:00	0	3	10	3	1	1	1	19



HORA	BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	0	3	3	4	1	2	0	13
10:30:00	0	5	2	1	2	1	0	11
10:35:00	0	2	7	1	1	0	1	12
10:40:00	0	8	8	9	6	1	0	32
10:45:00	0	6	7	1	0	1	0	15
10:50:00	0	5	5	2	1	1	1	15
10:55:00	0	3	7	2	2	0	0	14
11:00:00	0	14	1	2	0	0	0	17
11:05:00	0	13	2	4	3	0	0	22
11:10:00	0	12	6	5	0	1	1	25
11:15:00	0	12	3	1	1	0	0	17
11:20:00	0	15	5	5	3	3	1	32
11:25:00	0	10	1	2	2	0	0	15
11:30:00	0	10	3	6	1	3	0	23
11:35:00	0	5	0	3	2	0	1	11
11:40:00	0	18	3	2	0	0	0	23
11:45:00	0	11	3	6	3	1	1	25
11:50:00	0	11	4	1	1	1	0	18
11:55:00	0	7	1	4	2	0	0	14
12:00:00	0	3	2	2	1	0	0	8
12:05:00	0	11	5	4	1	1	1	23
12:10:00	0	12	3	4	2	1	0	22
12:15:00	0	9	9	2	0	0	0	20
12:20:00	0	18	13	7	2	1	0	41
12:25:00	0	9	5	3	1	1	0	19
12:30:00	0	15	4	2	0	0	1	22
12:35:00	0	10	6	3	2	2	0	23
12:40:00	0	11	9	6	2	1	1	30
12:45:00	0	11	8	5	3	0	0	27
12:50:00	0	10	9	5	2	0	0	26
12:55:00	0	10	3	5	2	1	1	22
13:00:00	0	11	1	4	0	0	0	16
13:05:00	0	15	3	3	2	1	0	24
13:10:00	0	10	6	3	0	1	0	20
13:15:00	0	10	4	4	1	0	0	19
13:20:00	0	11	4	3	1	0	1	20
13:25:00	0	20	13	4	2	2	0	41
13:30:00	0	12	5	3	1	0	0	21
13:35:00	0	17	1	7	0	2	1	28
13:40:00	0	11	8	4	2	0	1	26
13:45:00	0	8	5	6	0	0	0	19
13:50:00	0	18	7	4	2	1	0	32
13:55:00	0	9	7	3	1	0	0	20
14:00:00	0	10	5	2	1	1	1	20
14:05:00	0	17	6	4	1	1	1	30
14:10:00	0	14	6	2	1	0	0	23



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	14	5	4	1	1	0	25
14:20:00	14:25:00	0	14	7	1	2	1	1	26
14:25:00	14:30:00	0	13	8	3	1	0	0	25
14:30:00	14:35:00	0	15	5	3	1	1	1	26
14:35:00	14:40:00	0	16	6	3	0	0	0	25
14:40:00	14:45:00	0	15	4	1	1	1	0	22
14:45:00	14:50:00	0	13	13	3	2	1	0	32
14:50:00	14:55:00	0	18	2	5	0	1	0	26
14:55:00	15:00:00	0	13	1	1	1	1	1	18
15:00:00	15:05:00	0	12	1	3	1	1	0	18
15:05:00	15:10:00	0	17	6	7	3	0	1	34
15:10:00	15:15:00	0	13	3	5	1	1	1	24
15:15:00	15:20:00	0	9	4	3	3	2	1	22
15:20:00	15:25:00	0	13	3	4	0	0	0	20
15:25:00	15:30:00	0	18	6	1	0	1	1	27
15:30:00	15:35:00	0	13	2	4	2	2	0	23
15:35:00	15:40:00	0	12	5	3	1	1	1	23
15:40:00	15:45:00	0	13	3	4	0	0	0	20
15:45:00	15:50:00	0	13	2	1	1	2	0	19
15:50:00	15:55:00	0	13	7	3	0	1	1	25
15:55:00	16:00:00	0	16	4	4	1	0	0	25
16:00:00	16:05:00	0	10	4	0	0	0	0	14
16:05:00	16:10:00	0	15	3	4	1	1	0	24
16:10:00	16:15:00	0	13	8	3	0	0	1	25
16:15:00	16:20:00	0	20	10	7	1	1	0	39
16:20:00	16:25:00	0	11	8	3	1	0	1	24
16:25:00	16:30:00	0	9	8	4	1	1	0	23
16:30:00	16:35:00	0	20	10	5	2	2	1	40
16:35:00	16:40:00	0	8	5	2	0	0	0	15
16:40:00	16:45:00	0	12	4	0	3	0	1	20
16:45:00	16:50:00	0	11	2	3	1	2	1	20
16:50:00	16:55:00	0	10	6	3	1	0	0	20
16:55:00	17:00:00	0	7	3	1	0	0	0	11
17:00:00	17:05:00	0	14	0	1	2	0	0	17
17:05:00	17:10:00	0	14	1	1	1	1	1	19
17:10:00	17:15:00	0	19	8	4	2	0	1	34
17:15:00	17:20:00	0	16	6	3	1	0	0	26
17:20:00	17:25:00	0	10	7	5	2	1	0	25
17:25:00	17:30:00	0	20	9	4	0	0	1	34
17:30:00	17:35:00	0	19	10	3	3	0	0	35
17:35:00	17:40:00	0	11	10	2	1	0	1	25
17:40:00	17:45:00	0	17	6	4	2	0	0	29
17:45:00	17:50:00	0	14	7	3	1	0	0	25
17:50:00	17:55:00	0	21	3	3	0	0	0	27
17:55:00	18:00:00	0	10	1	1	1	1	0	14
18:00:00	18:05:00	0	16	2	1	0	1	0	20



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	15	4	2	0	0	0	21
18:10:00	18:15:00	0	17	3	1	1	2	1	25
18:15:00	18:20:00	0	19	11	4	2	1	0	37
18:20:00	18:25:00	0	16	5	4	1	2	1	29
18:25:00	18:30:00	0	14	5	2	1	0	0	22
18:30:00	18:35:00	0	22	8	4	0	1	0	35
18:35:00	18:40:00	0	16	6	2	1	0	1	26
18:40:00	18:45:00	0	17	6	6	0	1	0	30
18:45:00	18:50:00	0	15	5	4	1	0	0	25
18:50:00	18:55:00	0	14	4	1	3	1	0	23
18:55:00	19:00:00	0	18	5	2	0	0	1	26
TOTAL		0	1431	622	446	186	108	60	2853



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Jorge Chavez
Estacion: 2
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

Sentido: S - N



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	9	19	6	5	1	1	1	42
7:05:00	7:10:00	16	23	4	4	1	0	0	48
7:10:00	7:15:00	8	20	4	3	2	1	0	38
7:15:00	7:20:00	11	19	4	0	1	0	0	35
7:20:00	7:25:00	16	27	6	1	0	0	1	51
7:25:00	7:30:00	13	17	2	5	0	0	0	37
7:30:00	7:35:00	8	17	1	1	1	0	0	28
7:35:00	7:40:00	14	20	7	3	0	0	1	45
7:40:00	7:45:00	9	17	4	2	1	1	0	34
7:45:00	7:50:00	8	20	1	2	0	0	0	31
7:50:00	7:55:00	13	22	3	2	1	1	0	42
7:55:00	8:00:00	9	18	1	1	2	0	0	31
8:00:00	8:05:00	13	16	5	3	1	0	0	38
8:05:00	8:10:00	14	15	7	0	1	1	0	38
8:10:00	8:15:00	25	19	10	3	0	1	0	58
8:15:00	8:20:00	17	17	7	1	1	0	1	44
8:20:00	8:25:00	20	12	4	1	0	0	0	37
8:25:00	8:30:00	15	18	7	3	1	2	0	46
8:30:00	8:35:00	20	14	9	1	0	0	0	44
8:35:00	8:40:00	21	16	6	2	0	2	0	47
8:40:00	8:45:00	25	21	14	2	3	0	1	66
8:45:00	8:50:00	24	17	6	4	1	1	0	53
8:50:00	8:55:00	22	18	7	1	0	0	0	48
8:55:00	9:00:00	20	19	9	3	1	2	0	54
9:00:00	9:05:00	22	34	10	4	1	0	1	72
9:05:00	9:10:00	18	23	14	2	2	1	1	61
9:10:00	9:15:00	20	18	13	3	1	0	0	55
9:15:00	9:20:00	24	28	21	4	1	0	0	78
9:20:00	9:25:00	17	20	9	1	0	0	1	48
9:25:00	9:30:00	19	18	17	3	2	3	0	62
9:30:00	9:35:00	16	29	13	3	1	0	0	62
9:35:00	9:40:00	19	20	11	1	2	0	0	53
9:40:00	9:45:00	15	17	15	3	1	0	1	52
9:45:00	9:50:00	25	23	14	4	2	1	0	69
9:50:00	9:55:00	15	16	9	4	1	2	0	47
9:55:00	10:00:00	19	25	14	1	1	0	0	60
10:00:00	10:05:00	15	21	8	3	1	1	0	49
10:05:00	10:10:00	17	23	8	3	0	0	1	52
10:10:00	10:15:00	27	30	6	4	1	2	0	70
10:15:00	10:20:00	17	35	4	1	0	1	0	58
10:20:00	10:25:00	21	24	8	3	1	2	0	59



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	18	19	8	3	2	1	0	51
10:30:00	10:35:00	23	33	2	6	2	1	1	68
10:35:00	10:40:00	21	35	9	3	2	3	0	73
10:40:00	10:45:00	18	34	5	1	1	3	0	62
10:45:00	10:50:00	18	32	8	5	5	3	0	71
10:50:00	10:55:00	17	24	6	4	2	1	0	54
10:55:00	11:00:00	23	29	5	5	0	2	1	65
11:00:00	11:05:00	30	27	12	4	0	5	1	79
11:05:00	11:10:00	20	26	14	6	1	2	0	69
11:10:00	11:15:00	19	30	4	5	3	1	0	62
11:15:00	11:20:00	17	26	7	1	3	2	0	56
11:20:00	11:25:00	23	44	17	2	1	5	0	92
11:25:00	11:30:00	22	29	6	5	2	1	0	65
11:30:00	11:35:00	19	31	7	0	1	2	0	60
11:35:00	11:40:00	22	26	6	9	1	1	0	65
11:40:00	11:45:00	30	45	7	5	1	2	0	90
11:45:00	11:50:00	28	31	8	6	2	3	0	78
11:50:00	11:55:00	17	24	4	5	2	1	0	53
11:55:00	12:00:00	22	35	8	2	2	0	1	70
12:00:00	12:05:00	27	45	12	6	0	2	0	92
12:05:00	12:10:00	27	45	12	6	0	2	0	92
12:10:00	12:15:00	24	33	15	3	3	2	0	80
12:15:00	12:20:00	21	30	4	1	0	1	0	57
12:20:00	12:25:00	21	28	7	3	1	8	1	69
12:25:00	12:30:00	18	27	9	5	0	0	0	59
12:30:00	12:35:00	25	39	10	5	1	3	1	84
12:35:00	12:40:00	26	35	7	3	1	2	0	74
12:40:00	12:45:00	30	51	12	6	4	2	1	106
12:45:00	12:50:00	23	38	10	4	1	0	0	76
12:50:00	12:55:00	18	31	17	7	3	2	1	79
12:55:00	13:00:00	26	33	8	0	0	3	0	70
13:00:00	13:05:00	27	24	7	7	1	1	0	67
13:05:00	13:10:00	20	26	10	1	2	2	0	61
13:10:00	13:15:00	14	30	6	2	2	4	0	58
13:15:00	13:20:00	30	35	9	3	3	4	0	84
13:20:00	13:25:00	22	29	11	2	1	4	0	69
13:25:00	13:30:00	19	28	5	2	1	4	1	60
13:30:00	13:35:00	26	29	10	2	4	3	0	74
13:35:00	13:40:00	26	37	14	2	2	3	1	85
13:40:00	13:45:00	20	33	9	3	2	2	2	71
13:45:00	13:50:00	24	25	5	3	2	4	2	65
13:50:00	13:55:00	23	33	8	5	1	2	1	73
13:55:00	14:00:00	26	32	7	3	1	5	0	74
14:00:00	14:05:00	17	27	18	1	0	2	1	66
14:05:00	14:10:00	21	23	17	3	2	0	0	66
14:10:00	14:15:00	18	25	10	1	4	1	1	60



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	17	27	16	3	2	1	1	67
14:20:00	14:25:00	24	26	11	3	1	0	1	66
14:25:00	14:30:00	23	33	21	2	2	3	2	86
14:30:00	14:35:00	24	22	13	0	0	1	0	60
14:35:00	14:40:00	20	27	21	1	0	2	1	72
14:40:00	14:45:00	18	26	11	3	1	1	0	60
14:45:00	14:50:00	24	23	16	1	2	0	1	67
14:50:00	14:55:00	28	33	14	2	2	2	0	81
14:55:00	15:00:00	18	23	14	4	0	1	1	61
15:00:00	15:05:00	20	19	9	1	1	0	0	50
15:05:00	15:10:00	26	20	9	2	0	1	0	58
15:10:00	15:15:00	31	28	14	2	1	1	1	78
15:15:00	15:20:00	25	21	14	3	0	0	0	63
15:20:00	15:25:00	20	19	5	2	1	1	0	48
15:25:00	15:30:00	19	19	13	4	0	0	0	55
15:30:00	15:35:00	23	30	14	2	2	0	0	71
15:35:00	15:40:00	20	22	10	2	0	1	0	55
15:40:00	15:45:00	23	20	10	4	0	1	1	59
15:45:00	15:50:00	20	17	9	1	1	0	0	48
15:50:00	15:55:00	20	20	5	5	1	1	0	52
15:55:00	16:00:00	30	26	17	4	2	1	0	80
16:00:00	16:05:00	22	17	13	4	0	0	0	56
16:05:00	16:10:00	23	20	18	4	2	0	0	67
16:10:00	16:15:00	21	22	18	5	0	0	0	66
16:15:00	16:20:00	34	38	13	2	2	2	1	92
16:20:00	16:25:00	18	18	3	2	0	1	1	43
16:25:00	16:30:00	18	21	7	3	2	3	0	54
16:30:00	16:35:00	24	23	14	2	1	2	1	67
16:35:00	16:40:00	11	22	7	0	1	1	1	43
16:40:00	16:45:00	21	21	8	2	0	0	2	54
16:45:00	16:50:00	23	29	8	8	0	4	1	73
16:50:00	16:55:00	15	16	10	4	1	1	0	47
16:55:00	17:00:00	18	21	13	5	2	0	0	59
17:00:00	17:05:00	25	16	18	4	1	0	0	64
17:05:00	17:10:00	23	29	14	1	0	1	1	69
17:10:00	17:15:00	25	18	16	1	1	1	0	62
17:15:00	17:20:00	28	29	17	2	2	0	0	78
17:20:00	17:25:00	18	20	18	3	1	0	1	61
17:25:00	17:30:00	20	22	21	2	2	0	0	67
17:30:00	17:35:00	20	20	19	2	0	0	0	61
17:35:00	17:40:00	28	24	26	2	1	0	0	81
17:40:00	17:45:00	17	23	25	2	1	1	0	69
17:45:00	17:50:00	17	21	15	2	0	0	0	55
17:50:00	17:55:00	24	19	19	4	0	0	0	66
17:55:00	18:00:00	22	27	19	1	2	0	0	71
18:00:00	18:05:00	26	20	18	3	1	0	0	68



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	18	20	20	1	2	1	0	62
18:10:00	18:15:00	21	22	17	4	0	0	0	64
18:15:00	18:20:00	17	24	17	1	0	1	0	60
18:20:00	18:25:00	24	25	27	4	1	0	1	82
18:25:00	18:30:00	17	18	20	0	1	0	0	56
18:30:00	18:35:00	22	17	17	3	0	0	0	59
18:35:00	18:40:00	18	22	17	2	0	1	0	60
18:40:00	18:45:00	24	20	18	3	1	0	0	66
18:45:00	18:50:00	32	32	26	5	2	0	0	97
18:50:00	18:55:00	22	20	15	1	1	0	0	59
18:55:00	19:00:00	21	20	23	3	1	0	0	68
TOTAL		2967	3583	1599	410	164	172	47	8942



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Otero (Parque de la Muela)
Estacion: 3
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

Sentido: E - N



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:30:00	7:35:00	1	2	2	3	0	0	0	8
7:35:00	7:40:00	1	1	3	2	1	0	0	8
7:40:00	7:45:00	1	5	1	1	0	0	0	8
7:45:00	7:50:00	1	1	2	0	0	0	0	4
7:50:00	7:55:00	2	4	3	2	0	0	0	11
7:55:00	8:00:00	2	3	2	0	0	0	0	7
8:00:00	8:05:00	2	4	5	0	0	0	0	11
8:05:00	8:10:00	1	2	4	0	1	1	0	9
8:10:00	8:15:00	2	10	3	1	0	0	0	16
8:15:00	8:20:00	1	5	5	0	0	0	0	11
8:20:00	8:25:00	2	6	4	3	0	0	0	15
8:25:00	8:30:00	1	11	3	0	0	0	1	16
8:30:00	8:35:00	1	7	5	2	0	0	0	15
8:35:00	8:40:00	1	9	4	1	1	1	0	17
8:40:00	8:45:00	1	3	3	0	0	0	0	7
8:45:00	8:50:00	1	11	7	3	0	0	0	22
8:50:00	8:55:00	1	4	3	0	1	0	0	9
8:55:00	9:00:00	2	9	5	0	0	0	0	16
9:00:00	9:05:00	2	14	3	2	0	1	0	22
9:05:00	9:10:00	1	12	6	1	0	0	0	20
9:10:00	9:15:00	1	10	3	0	0	0	0	14
9:15:00	9:20:00	1	11	1	2	1	0	0	16
9:20:00	9:25:00	2	15	1	1	0	1	0	20
9:25:00	9:30:00	1	18	2	2	1	0	0	24
9:30:00	9:35:00	2	16	2	2	0	0	0	22
9:35:00	9:40:00	2	23	1	2	1	1	1	31
9:40:00	9:45:00	2	13	1	0	0	0	0	16
9:45:00	9:50:00	1	18	5	3	0	0	0	27
9:50:00	9:55:00	2	13	7	0	0	1	1	24
9:55:00	10:00:00	2	17	2	0	0	3	0	24
10:00:00	10:05:00	2	20	3	0	0	0	2	27
10:05:00	10:10:00	1	23	5	3	0	2	0	34
10:10:00	10:15:00	2	16	7	0	0	2	0	27
10:15:00	10:20:00	1	25	4	3	1	1	0	35
10:20:00	10:25:00	2	22	1	0	0	0	0	25
10:25:00	10:30:00	2	30	5	1	0	0	0	38
10:30:00	10:35:00	1	19	10	1	1	1	2	35
10:35:00	10:40:00	1	17	2	0	1	0	0	21
10:40:00	10:45:00	2	20	3	0	0	0	0	25
10:45:00	10:50:00	3	11	2	2	1	1	0	20
10:50:00	10:55:00	1	16	1	2	0	0	0	20



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:55:00	11:00:00	1	21	2	2	0	1	0	27
11:00:00	11:05:00	1	15	1	1	1	3	0	22
11:05:00	11:10:00	2	13	2	0	0	1	0	18
11:10:00	11:15:00	1	21	3	1	0	0	0	26
11:15:00	11:20:00	1	15	1	3	2	1	0	23
11:20:00	11:25:00	1	24	1	1	0	0	0	27
11:25:00	11:30:00	2	20	1	1	1	0	1	26
11:30:00	11:35:00	1	13	2	0	0	0	0	16
11:35:00	11:40:00	1	8	0	0	1	0	0	10
11:40:00	11:45:00	1	19	7	0	0	1	0	28
11:45:00	11:50:00	1	17	9	0	1	1	0	29
11:50:00	11:55:00	1	16	5	1	0	0	0	23
11:55:00	12:00:00	1	16	8	1	0	1	0	27
12:00:00	12:05:00	2	14	4	1	2	0	0	23
12:05:00	12:10:00	2	19	3	3	1	0	0	28
12:10:00	12:15:00	1	22	3	1	0	2	0	29
12:15:00	12:20:00	2	12	6	3	1	0	0	24
12:20:00	12:25:00	1	11	3	3	1	1	1	21
12:25:00	12:30:00	2	18	6	1	0	1	1	29
12:30:00	12:35:00	2	13	4	0	0	1	0	20
12:35:00	12:40:00	1	19	7	3	1	2	0	33
12:40:00	12:45:00	2	14	5	3	0	2	0	26
12:45:00	12:50:00	2	21	1	1	0	1	0	26
12:50:00	12:55:00	1	17	5	5	1	0	0	29
12:55:00	13:00:00	1	15	2	1	1	1	1	22
13:00:00	13:05:00	1	13	2	2	0	0	0	18
13:05:00	13:10:00	2	18	6	1	1	1	1	30
13:10:00	13:15:00	1	22	5	4	1	1	0	34
13:15:00	13:20:00	1	13	1	2	0	1	1	19
13:20:00	13:25:00	0	18	4	1	0	0	0	23
13:25:00	13:30:00	2	15	4	2	0	0	0	23
13:30:00	13:35:00	2	14	7	1	0	2	0	26
13:35:00	13:40:00	1	13	3	1	0	0	1	19
13:40:00	13:45:00	2	14	2	1	0	1	0	20
13:45:00	13:50:00	0	10	0	0	0	0	0	10
13:50:00	13:55:00	1	20	1	0	1	0	0	23
13:55:00	14:00:00	2	23	1	1	2	0	0	29
14:00:00	14:05:00	1	12	2	2	0	0	0	17
14:05:00	14:10:00	2	21	3	0	0	1	0	27
14:10:00	14:15:00	1	15	3	0	1	1	0	21
14:15:00	14:20:00	1	11	5	4	0	0	1	22
14:20:00	14:25:00	2	14	0	3	0	0	0	19
14:25:00	14:30:00	1	10	3	2	1	2	0	19
14:30:00	14:35:00	1	10	5	0	0	0	0	16
14:35:00	14:40:00	2	17	1	1	1	1	0	23
14:40:00	14:45:00	1	12	0	1	2	0	0	16



HORA	BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:45:00	1	15	2	3	1	2	0	24
14:30:00	1	10	5	0	0	0	0	16
14:35:00	2	17	1	1	1	1	0	23
14:40:00	1	12	0	1	2	0	0	16
14:45:00	1	15	2	3	1	2	0	24
14:50:00	1	20	4	3	0	0	1	29
14:55:00	2	8	1	2	0	0	0	13
15:00:00	1	17	4	2	0	1	0	25
15:05:00	1	18	5	0	0	0	0	24
15:10:00	2	13	5	3	1	1	0	25
15:15:00	0	19	5	1	0	0	0	25
15:20:00	1	15	8	2	0	0	1	27
15:25:00	1	10	4	0	1	0	0	16
15:30:00	1	15	3	0	0	0	0	19
15:35:00	2	18	1	2	0	0	0	23
15:40:00	2	17	3	2	0	0	0	24
15:45:00	2	19	2	2	0	2	0	27
15:50:00	2	11	5	3	1	0	0	22
15:55:00	1	20	4	2	0	0	2	29
16:00:00	2	19	4	1	1	0	1	28
16:05:00	2	18	3	4	1	2	0	30
16:10:00	1	13	4	2	1	3	0	24
16:15:00	2	15	6	0	0	0	0	23
16:20:00	1	15	4	2	0	1	1	24
16:25:00	2	21	5	3	1	0	0	32
16:30:00	1	10	3	0	1	0	0	15
16:35:00	2	23	4	2	1	0	0	32
16:40:00	1	22	2	1	0	0	0	26
16:45:00	2	15	5	1	0	0	0	23
16:50:00	1	25	4	0	0	1	1	32
16:55:00	1	22	4	4	1	0	0	32
17:00:00	2	16	3	1	0	1	0	23
17:05:00	1	20	4	3	0	1	0	29
17:10:00	1	21	5	1	1	0	0	29
17:15:00	1	25	2	2	0	1	0	31
17:20:00	2	20	3	2	0	1	0	28
17:25:00	1	20	5	1	0	0	1	28
17:30:00	2	22	2	2	0	1	0	29
17:35:00	1	19	2	2	0	2	2	28
17:40:00	2	20	5	1	0	0	0	28
17:45:00	1	13	5	1	3	0	0	23
17:50:00	2	14	3	2	0	1	1	23
17:55:00	2	15	4	1	1	1	1	25
18:00:00	2	12	5	2	0	0	0	21
18:05:00	1	14	4	0	1	0	0	20
18:10:00	2	15	2	0	0	1	1	21



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:15:00	18:20:00	1	13	3	1	1	0	0	19
18:20:00	18:25:00	1	11	6	0	0	0	0	18
18:25:00	18:30:00	2	17	2	3	0	0	1	25
18:30:00	18:35:00	1	16	4	0	0	1	0	22
18:35:00	18:40:00	2	17	2	4	0	0	0	25
18:40:00	18:45:00	1	19	3	0	2	0	0	25
18:45:00	18:50:00	2	18	4	1	0	2	0	27
18:50:00	18:55:00	2	10	3	3	1	0	1	20
18:55:00	19:00:00	1	19	1	2	0	0	0	23
19:00:00	19:05:00	2	14	3	1	0	1	1	22
19:05:00	19:10:00	2	12	2	4	3	0	0	23
TOTAL		208	2163	489	202	63	77	31	3230



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: San Camilo - Jorge Chavez
Estacion: 4
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

Sentido: O - N



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	3	0	0	0	0	0	3
7:05:00	7:10:00	0	1	1	0	0	0	0	2
7:10:00	7:15:00	0	2	1	0	1	0	0	4
7:15:00	7:20:00	0	2	2	1	0	0	0	5
7:20:00	7:25:00	0	1	0	0	0	0	0	1
7:25:00	7:30:00	0	3	0	0	0	0	0	3
7:30:00	7:35:00	0	2	1	0	1	0	0	4
7:35:00	7:40:00	0	5	0	0	0	0	0	5
7:40:00	7:45:00	0	4	1	0	0	0	0	5
7:45:00	7:50:00	0	2	2	0	0	0	0	4
7:50:00	7:55:00	0	4	2	0	1	0	0	7
7:55:00	8:00:00	0	5	3	0	1	1	0	10
8:00:00	8:05:00	0	10	2	2	0	0	0	14
8:05:00	8:10:00	0	2	0	0	1	0	0	3
8:10:00	8:15:00	0	2	0	0	0	0	0	2
8:15:00	8:20:00	0	4	1	1	0	1	0	7
8:20:00	8:25:00	0	2	1	1	1	0	0	5
8:25:00	8:30:00	0	5	1	0	0	1	0	7
8:30:00	8:35:00	0	1	1	0	0	0	0	2
8:35:00	8:40:00	0	5	1	1	0	0	0	7
8:40:00	8:45:00	0	3	1	0	1	0	0	5
8:45:00	8:50:00	0	2	1	0	0	0	0	3
8:50:00	8:55:00	0	4	1	1	0	1	0	7
8:55:00	9:00:00	0	6	3	1	0	1	0	11
9:00:00	9:05:00	0	8	1	1	1	0	1	12
9:05:00	9:10:00	0	5	2	1	0	2	0	10
9:10:00	9:15:00	0	7	2	1	1	0	0	11
9:15:00	9:20:00	0	6	3	1	0	0	0	10
9:20:00	9:25:00	0	6	0	0	0	1	0	7
9:25:00	9:30:00	0	6	1	1	1	0	0	9
9:30:00	9:35:00	0	5	2	0	0	0	0	7
9:35:00	9:40:00	0	7	1	1	1	0	0	10
9:40:00	9:45:00	0	5	4	1	0	1	0	11
9:45:00	9:50:00	0	7	2	1	0	1	0	11
9:50:00	9:55:00	0	6	1	0	1	0	0	8
9:55:00	10:00:00	0	11	2	0	0	0	0	13
10:00:00	10:05:00	0	13	1	0	0	0	0	14
10:05:00	10:10:00	0	8	0	0	0	0	0	8
10:10:00	10:15:00	0	12	6	0	0	1	0	19
10:15:00	10:20:00	0	12	2	2	0	0	0	16
10:20:00	10:25:00	0	12	2	1	0	1	0	16



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	6	2	1	0	0	0	9
10:30:00	10:35:00	0	8	2	1	0	1	0	12
10:35:00	10:40:00	0	12	3	1	0	1	1	18
10:40:00	10:45:00	0	11	4	0	1	0	1	17
10:45:00	10:50:00	0	8	3	1	2	2	0	16
10:50:00	10:55:00	0	10	1	3	0	1	0	15
10:55:00	11:00:00	0	8	3	1	0	0	0	12
11:00:00	11:05:00	0	18	0	1	0	1	0	20
11:05:00	11:10:00	0	15	1	0	0	0	0	16
11:10:00	11:15:00	0	10	1	0	0	1	0	12
11:15:00	11:20:00	0	10	1	2	1	1	0	15
11:20:00	11:25:00	0	20	3	0	0	2	0	25
11:25:00	11:30:00	0	16	3	0	0	0	0	19
11:30:00	11:35:00	0	13	2	0	1	2	0	18
11:35:00	11:40:00	0	9	2	0	0	1	0	12
11:40:00	11:45:00	0	15	2	0	1	1	1	20
11:45:00	11:50:00	0	15	0	0	1	2	0	18
11:50:00	11:55:00	0	11	2	0	1	0	0	14
11:55:00	12:00:00	0	11	2	0	0	1	0	14
12:00:00	12:05:00	0	11	0	0	0	0	0	11
12:05:00	12:10:00	0	17	2	2	0	0	0	21
12:10:00	12:15:00	0	14	3	0	0	0	0	17
12:15:00	12:20:00	0	15	2	0	1	0	0	18
12:20:00	12:25:00	0	10	1	0	0	3	1	15
12:25:00	12:30:00	0	17	5	1	0	0	0	23
12:30:00	12:35:00	0	11	1	0	0	2	1	15
12:35:00	12:40:00	0	12	2	0	1	0	0	15
12:40:00	12:45:00	0	9	1	0	0	1	0	11
12:45:00	12:50:00	0	20	1	1	1	0	0	23
12:50:00	12:55:00	0	19	2	2	0	0	0	23
12:55:00	13:00:00	0	9	1	0	0	3	1	14
13:00:00	13:05:00	0	15	1	0	0	0	0	16
13:05:00	13:10:00	0	14	1	0	0	0	0	15
13:10:00	13:15:00	0	15	2	0	0	1	0	18
13:15:00	13:20:00	0	9	2	2	2	0	0	15
13:20:00	13:25:00	0	13	1	1	0	1	0	16
13:25:00	13:30:00	0	18	3	1	0	0	0	22
13:30:00	13:35:00	0	12	1	2	0	0	0	15
13:35:00	13:40:00	0	14	0	0	1	0	0	15
13:40:00	13:45:00	0	14	2	1	2	3	0	22
13:45:00	13:50:00	0	21	3	1	0	2	0	27
13:50:00	13:55:00	0	13	2	0	0	2	0	17
13:55:00	14:00:00	0	14	4	4	0	2	0	24
14:00:00	14:05:00	0	16	2	0	1	0	0	19
14:05:00	14:10:00	0	15	2	1	0	3	0	21
14:10:00	14:15:00	0	8	3	0	0	0	0	11



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	13	3	1	1	0	0	18
14:20:00	14:25:00	0	13	1	0	0	1	0	15
14:25:00	14:30:00	0	15	5	2	0	3	0	25
14:30:00	14:35:00	0	12	1	2	0	0	0	15
14:35:00	14:40:00	0	8	0	0	0	2	0	10
14:40:00	14:45:00	0	19	4	1	0	1	0	25
14:45:00	14:50:00	0	17	2	1	1	1	1	23
14:50:00	14:55:00	0	15	1	1	0	1	1	19
14:55:00	15:00:00	0	8	3	1	0	1	0	13
15:00:00	15:05:00	0	16	2	1	0	1	0	20
15:05:00	15:10:00	0	9	3	0	0	0	0	12
15:10:00	15:15:00	0	17	0	1	0	0	0	18
15:15:00	15:20:00	0	12	0	0	1	0	0	13
15:20:00	15:25:00	0	17	2	2	0	1	0	22
15:25:00	15:30:00	0	14	2	0	0	0	0	16
15:30:00	15:35:00	0	15	1	1	0	0	1	18
15:35:00	15:40:00	0	16	0	0	0	0	0	16
15:40:00	15:45:00	0	11	2	1	0	0	0	14
15:45:00	15:50:00	0	14	0	3	0	1	0	18
15:50:00	15:55:00	0	21	1	0	0	0	0	22
15:55:00	16:00:00	0	17	2	2	0	1	0	22
16:00:00	16:05:00	0	20	1	1	0	1	0	23
16:05:00	16:10:00	0	15	0	0	0	0	0	15
16:10:00	16:15:00	0	16	1	1	0	0	0	18
16:15:00	16:20:00	0	13	2	1	0	1	0	17
16:20:00	16:25:00	0	16	3	0	1	0	0	20
16:25:00	16:30:00	0	12	0	0	0	0	0	12
16:30:00	16:35:00	0	17	2	1	0	0	0	20
16:35:00	16:40:00	0	10	0	0	1	1	0	12
16:40:00	16:45:00	0	11	0	1	0	0	0	12
16:45:00	16:50:00	0	17	1	0	0	0	0	18
16:50:00	16:55:00	0	18	1	2	0	1	0	22
16:55:00	17:00:00	0	10	1	0	1	0	1	13
17:00:00	17:05:00	0	15	2	0	0	0	0	17
17:05:00	17:10:00	0	16	2	0	0	1	0	19
17:10:00	17:15:00	0	12	2	0	0	0	0	14
17:15:00	17:20:00	0	13	1	0	0	2	1	17
17:20:00	17:25:00	0	12	5	2	0	0	0	19
17:25:00	17:30:00	0	17	2	1	0	1	0	21
17:30:00	17:35:00	0	11	0	0	0	0	0	11
17:35:00	17:40:00	0	16	0	1	0	0	0	17
17:40:00	17:45:00	0	12	0	1	0	2	0	15
17:45:00	17:50:00	0	12	1	1	0	1	0	15
17:50:00	17:55:00	0	21	0	0	1	3	0	25
17:55:00	18:00:00	0	5	1	0	0	0	0	6
18:00:00	18:05:00	0	18	2	0	0	0	0	20



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	3	2	0	0	0	0	5
18:10:00	18:15:00	0	25	1	0	1	0	0	27
18:15:00	18:20:00	0	9	3	0	0	1	0	13
18:20:00	18:25:00	0	12	3	0	1	0	0	16
18:25:00	18:30:00	0	12	1	1	0	1	0	15
18:30:00	18:35:00	0	13	3	1	0	1	0	18
18:35:00	18:40:00	0	19	4	1	0	2	0	26
18:40:00	18:45:00	0	7	2	0	0	1	0	10
18:45:00	18:50:00	0	14	1	0	1	1	0	17
18:50:00	18:55:00	0	6	1	1	0	0	0	8
18:55:00	19:00:00	0	16	1	1	1	3	0	22
TOTAL		0	1607	232	87	40	90	12	2068



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Dean Valdivia - Jorge Chavez
Estacion: 5
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

Sentido: O - N



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	3	3	1	0	1	0	8
7:05:00	7:10:00	0	1	2	2	1	0	1	7
7:10:00	7:15:00	0	3	2	1	0	1	0	7
7:15:00	7:20:00	0	3	0	2	1	0	0	6
7:20:00	7:25:00	0	1	1	0	0	0	1	3
7:25:00	7:30:00	0	3	2	1	0	0	0	6
7:30:00	7:35:00	0	5	1	0	0	2	0	8
7:35:00	7:40:00	0	4	1	1	0	0	0	6
7:40:00	7:45:00	0	6	1	4	1	0	1	13
7:45:00	7:50:00	0	3	2	0	1	1	0	7
7:50:00	7:55:00	0	3	1	1	0	1	0	6
7:55:00	8:00:00	0	1	2	2	0	0	0	5
8:00:00	8:05:00	0	10	1	1	0	0	1	13
8:05:00	8:10:00	0	4	3	5	1	1	0	14
8:10:00	8:15:00	0	4	2	1	0	0	0	7
8:15:00	8:20:00	0	11	4	0	0	0	0	15
8:20:00	8:25:00	0	8	3	3	1	1	0	16
8:25:00	8:30:00	0	9	3	3	2	0	0	17
8:30:00	8:35:00	0	8	1	1	0	1	0	11
8:35:00	8:40:00	0	8	4	2	0	0	1	15
8:40:00	8:45:00	0	9	3	1	1	1	0	15
8:45:00	8:50:00	0	5	1	2	1	0	0	9
8:50:00	8:55:00	0	4	3	3	0	2	2	14
8:55:00	9:00:00	0	14	1	0	0	1	0	16
9:00:00	9:05:00	0	7	4	3	0	0	0	14
9:05:00	9:10:00	0	18	1	6	1	1	0	27
9:10:00	9:15:00	0	11	5	6	3	0	1	26
9:15:00	9:20:00	0	12	1	5	0	1	0	19
9:20:00	9:25:00	0	3	0	2	0	0	0	5
9:25:00	9:30:00	0	17	5	6	2	0	0	30
9:30:00	9:35:00	0	17	3	5	0	1	0	26
9:35:00	9:40:00	0	16	5	1	1	0	1	24
9:40:00	9:45:00	0	14	1	4	0	1	0	20
9:45:00	9:50:00	0	18	4	5	0	0	0	27
9:50:00	9:55:00	0	14	5	4	1	1	1	26
9:55:00	10:00:00	0	17	1	3	0	1	1	23
10:00:00	10:05:00	0	11	3	3	0	1	1	19
10:05:00	10:10:00	0	21	0	2	1	1	1	26
10:10:00	10:15:00	0	15	3	1	1	0	0	20
10:15:00	10:20:00	0	17	3	1	0	1	0	22
10:20:00	10:25:00	0	18	1	1	1	1	1	23



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	15	2	3	0	1	0	21
10:30:00	10:35:00	0	20	5	1	1	4	0	31
10:35:00	10:40:00	0	23	2	4	0	4	1	34
10:40:00	10:45:00	0	18	9	1	2	1	0	31
10:45:00	10:50:00	0	14	4	1	1	1	0	21
10:50:00	10:55:00	0	20	3	3	1	1	1	29
10:55:00	11:00:00	0	28	2	0	0	0	0	30
11:00:00	11:05:00	0	24	2	5	1	3	0	35
11:05:00	11:10:00	0	19	6	1	0	1	2	29
11:10:00	11:15:00	0	19	4	0	0	1	0	24
11:15:00	11:20:00	0	33	4	1	1	0	0	39
11:20:00	11:25:00	0	20	5	4	0	1	0	30
11:25:00	11:30:00	0	17	4	0	0	1	0	22
11:30:00	11:35:00	0	20	2	9	0	2	0	33
11:35:00	11:40:00	0	27	6	2	0	1	1	37
11:40:00	11:45:00	0	35	4	0	2	4	0	45
11:45:00	11:50:00	0	16	7	3	0	1	0	27
11:50:00	11:55:00	0	14	3	0	0	1	1	19
11:55:00	12:00:00	0	27	2	1	0	3	0	33
12:00:00	12:05:00	0	19	6	4	1	1	0	31
12:05:00	12:10:00	0	19	5	1	1	2	0	28
12:10:00	12:15:00	0	19	3	2	0	2	0	26
12:15:00	12:20:00	0	25	5	2	0	1	0	33
12:20:00	12:25:00	0	17	5	1	0	0	0	23
12:25:00	12:30:00	0	27	6	0	1	0	1	35
12:30:00	12:35:00	0	10	7	2	0	0	1	20
12:35:00	12:40:00	0	14	1	2	2	0	2	21
12:40:00	12:45:00	0	23	8	6	1	1	0	39
12:45:00	12:50:00	0	25	7	0	1	3	0	36
12:50:00	12:55:00	0	18	8	3	0	1	0	30
12:55:00	13:00:00	0	23	6	1	0	2	0	32
13:00:00	13:05:00	0	17	8	2	1	3	0	31
13:05:00	13:10:00	0	15	5	5	2	3	0	30
13:10:00	13:15:00	0	22	10	1	1	2	0	36
13:15:00	13:20:00	0	21	5	2	1	1	0	30
13:20:00	13:25:00	0	9	4	1	1	1	0	16
13:25:00	13:30:00	0	21	3	3	0	0	0	27
13:30:00	13:35:00	0	17	5	5	0	1	1	29
13:35:00	13:40:00	0	14	6	3	1	2	0	26
13:40:00	13:45:00	0	14	5	2	1	1	1	24
13:45:00	13:50:00	0	12	1	1	2	1	1	18
13:50:00	13:55:00	0	21	3	3	0	1	1	29
13:55:00	14:00:00	0	20	3	3	2	0	1	29
14:00:00	14:05:00	0	17	2	2	1	1	1	24
14:05:00	14:10:00	0	11	5	1	0	2	0	19
14:10:00	14:15:00	0	14	6	4	1	1	0	26



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	8	1	3	1	2	1	16
14:20:00	14:25:00	0	15	7	2	0	0	0	24
14:25:00	14:30:00	0	16	11	4	3	1	1	36
14:30:00	14:35:00	0	6	6	2	1	0	0	15
14:35:00	14:40:00	0	9	6	1	1	2	0	19
14:40:00	14:45:00	0	15	5	4	3	0	0	27
14:45:00	14:50:00	0	13	5	2	1	1	1	23
14:50:00	14:55:00	0	15	6	2	1	1	0	25
14:55:00	15:00:00	0	13	8	2	1	2	0	26
15:00:00	15:05:00	0	14	4	3	1	1	0	23
15:05:00	15:10:00	0	17	5	1	1	0	0	24
15:10:00	15:15:00	0	16	3	6	1	1	0	27
15:15:00	15:20:00	0	19	6	3	4	0	2	34
15:20:00	15:25:00	0	10	2	4	0	1	0	17
15:25:00	15:30:00	0	18	3	5	1	0	0	27
15:30:00	15:35:00	0	9	2	3	0	1	2	17
15:35:00	15:40:00	0	13	8	6	1	1	0	29
15:40:00	15:45:00	0	12	3	3	0	0	0	18
15:45:00	15:50:00	0	21	7	3	2	1	1	35
15:50:00	15:55:00	0	11	7	3	1	1	0	23
15:55:00	16:00:00	0	16	5	6	0	1	0	28
16:00:00	16:05:00	0	15	6	3	1	0	0	25
16:05:00	16:10:00	0	12	3	1	1	1	1	19
16:10:00	16:15:00	0	20	4	2	1	1	0	28
16:15:00	16:20:00	0	17	7	2	0	0	1	27
16:20:00	16:25:00	0	14	3	1	3	4	0	25
16:25:00	16:30:00	0	18	5	2	1	0	0	26
16:30:00	16:35:00	0	13	5	3	1	1	1	24
16:35:00	16:40:00	0	18	6	1	1	2	1	29
16:40:00	16:45:00	0	29	6	0	1	0	0	36
16:45:00	16:50:00	0	12	4	2	2	0	1	21
16:50:00	16:55:00	0	15	3	1	0	2	1	22
16:55:00	17:00:00	0	21	8	3	0	3	0	35
17:00:00	17:05:00	0	16	5	3	2	3	1	30
17:05:00	17:10:00	0	27	4	1	0	3	1	36
17:10:00	17:15:00	0	16	5	6	0	1	1	29
17:15:00	17:20:00	0	13	3	2	1	1	0	20
17:20:00	17:25:00	0	15	5	4	0	2	0	26
17:25:00	17:30:00	0	11	4	2	1	0	0	18
17:30:00	17:35:00	0	25	7	3	0	1	1	37
17:35:00	17:40:00	0	24	2	3	1	1	1	32
17:40:00	17:45:00	0	25	6	4	0	2	0	37
17:45:00	17:50:00	0	12	10	0	1	0	0	23
17:50:00	17:55:00	0	21	7	4	1	0	0	33
17:55:00	18:00:00	0	22	3	0	1	1	0	27
18:00:00	18:05:00	0	22	4	4	0	1	0	31



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	19	3	5	0	1	0	28
18:10:00	18:15:00	0	23	2	3	0	2	1	31
18:15:00	18:20:00	0	14	3	0	1	3	0	21
18:20:00	18:25:00	0	17	4	1	3	1	0	26
18:25:00	18:30:00	0	19	2	2	0	2	0	25
18:30:00	18:35:00	0	14	3	1	0	0	0	18
18:35:00	18:40:00	0	16	6	0	1	3	0	26
18:40:00	18:45:00	0	25	7	5	1	1	0	39
18:45:00	18:50:00	0	17	4	3	0	2	0	26
18:50:00	18:55:00	0	15	2	4	0	0	0	21
18:55:00	19:00:00	0	19	4	6	1	2	0	32
TOTAL		0	2206	581	351	102	151	50	3441



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Jorge Chavez - Mollendo

Sentido: S - E



Estacion: 6

Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	3	3	1	0	0	0	7
7:05:00	7:10:00	0	2	3	2	1	0	0	8
7:10:00	7:15:00	0	2	2	1	1	1	1	8
7:15:00	7:20:00	0	4	2	2	0	0	0	8
7:20:00	7:25:00	0	4	1	0	0	1	0	6
7:25:00	7:30:00	0	4	1	1	1	0	0	7
7:30:00	7:35:00	0	7	2	2	2	0	0	13
7:35:00	7:40:00	0	2	2	0	0	1	0	5
7:40:00	7:45:00	0	2	1	3	1	0	0	7
7:45:00	7:50:00	0	3	1	1	0	1	0	6
7:50:00	7:55:00	0	5	2	2	1	0	0	10
7:55:00	8:00:00	0	4	2	2	1	0	1	10
8:00:00	8:05:00	0	8	5	1	1	0	0	15
8:05:00	8:10:00	0	11	3	1	1	1	0	17
8:10:00	8:15:00	0	12	5	2	0	0	1	20
8:15:00	8:20:00	0	6	5	0	0	1	0	12
8:20:00	8:25:00	0	15	5	1	0	0	0	21
8:25:00	8:30:00	0	9	4	1	1	0	0	15
8:30:00	8:35:00	0	11	6	0	0	1	0	18
8:35:00	8:40:00	0	8	5	0	2	0	0	15
8:40:00	8:45:00	0	8	1	1	0	0	0	10
8:45:00	8:50:00	0	10	1	1	1	0	0	13
8:50:00	8:55:00	0	11	5	1	0	1	0	18
8:55:00	9:00:00	0	12	6	1	1	0	1	21
9:00:00	9:05:00	0	17	4	1	1	1	1	25
9:05:00	9:10:00	0	17	5	2	1	1	0	26
9:10:00	9:15:00	0	18	4	2	1	1	1	27
9:15:00	9:20:00	0	17	2	1	1	1	0	22
9:20:00	9:25:00	0	16	3	1	1	0	0	21
9:25:00	9:30:00	0	14	4	2	1	0	1	22
9:30:00	9:35:00	0	12	3	0	1	1	0	17
9:35:00	9:40:00	0	19	2	3	1	2	1	28
9:40:00	9:45:00	0	20	3	0	1	0	0	24
9:45:00	9:50:00	0	14	2	0	1	1	0	18
9:50:00	9:55:00	0	19	3	1	1	1	0	25
9:55:00	10:00:00	0	18	2	0	1	0	0	21
10:00:00	10:05:00	0	19	5	1	1	0	1	27
10:05:00	10:10:00	0	17	5	1	1	0	0	24
10:10:00	10:15:00	0	19	2	0	0	1	0	22
10:15:00	10:20:00	0	9	6	2	3	1	0	21
10:20:00	10:25:00	0	18	5	2	1	2	1	29



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	15	8	4	1	0	0	28
10:30:00	10:35:00	0	10	3	1	1	0	0	15
10:35:00	10:40:00	0	16	4	6	2	2	1	31
10:40:00	10:45:00	0	16	1	1	0	1	0	19
10:45:00	10:50:00	0	23	2	3	0	2	0	30
10:50:00	10:55:00	0	15	3	4	2	0	0	24
10:55:00	11:00:00	0	18	6	2	3	1	0	30
11:00:00	11:05:00	0	18	2	1	2	1	0	24
11:05:00	11:10:00	0	14	4	0	3	0	0	21
11:10:00	11:15:00	0	12	5	1	1	0	0	19
11:15:00	11:20:00	0	9	7	1	0	1	0	18
11:20:00	11:25:00	0	15	4	0	1	0	0	20
11:25:00	11:30:00	0	21	4	2	2	1	0	30
11:30:00	11:35:00	0	17	7	2	2	0	0	28
11:35:00	11:40:00	0	16	7	2	0	1	1	27
11:40:00	11:45:00	0	24	4	1	2	5	0	36
11:45:00	11:50:00	0	20	3	0	5	0	0	28
11:50:00	11:55:00	0	16	2	3	1	0	0	22
11:55:00	12:00:00	0	29	4	1	2	0	0	36
12:00:00	12:05:00	0	19	7	4	1	1	0	32
12:05:00	12:10:00	0	25	8	0	3	0	0	36
12:10:00	12:15:00	0	25	4	0	2	0	0	31
12:15:00	12:20:00	0	16	3	1	1	0	0	21
12:20:00	12:25:00	0	23	3	0	1	1	0	28
12:25:00	12:30:00	0	12	4	1	0	0	0	17
12:30:00	12:35:00	0	12	1	0	5	1	0	19
12:35:00	12:40:00	0	25	4	1	0	2	0	32
12:40:00	12:45:00	0	17	7	1	1	0	0	26
12:45:00	12:50:00	0	20	0	0	2	0	0	22
12:50:00	12:55:00	0	12	7	2	2	2	0	25
12:55:00	13:00:00	0	22	5	2	2	0	0	31
13:00:00	13:05:00	0	23	5	1	6	0	0	35
13:05:00	13:10:00	0	21	2	1	1	1	0	26
13:10:00	13:15:00	0	14	2	2	0	0	0	18
13:15:00	13:20:00	0	26	0	0	3	1	0	30
13:20:00	13:25:00	0	14	5	4	5	0	0	28
13:25:00	13:30:00	0	11	4	0	0	1	0	16
13:30:00	13:35:00	0	8	4	1	0	0	0	13
13:35:00	13:40:00	0	22	7	2	0	0	0	31
13:40:00	13:45:00	0	16	2	3	1	1	0	23
13:45:00	13:50:00	0	16	4	1	1	1	0	23
13:50:00	13:55:00	0	22	3	2	2	1	1	31
13:55:00	14:00:00	0	17	4	2	1	1	0	25
14:00:00	14:05:00	0	20	2	2	1	0	0	25
14:05:00	14:10:00	0	22	4	1	0	1	0	28
14:10:00	14:15:00	0	20	0	2	0	0	1	23



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	20	2	3	1	1	0	27
14:20:00	14:25:00	0	17	1	1	0	0	0	19
14:25:00	14:30:00	0	14	5	0	2	0	0	21
14:30:00	14:35:00	0	11	4	2	1	1	1	20
14:35:00	14:40:00	0	14	5	0	0	0	0	19
14:40:00	14:45:00	0	17	1	2	0	0	0	20
14:45:00	14:50:00	0	23	2	1	0	0	0	26
14:50:00	14:55:00	0	16	5	1	1	1	0	24
14:55:00	15:00:00	0	21	3	2	0	0	0	26
15:00:00	15:05:00	0	19	2	1	0	0	0	22
15:05:00	15:10:00	0	20	6	3	1	1	0	31
15:10:00	15:15:00	0	20	4	1	0	0	0	25
15:15:00	15:20:00	0	20	3	1	1	1	0	26
15:20:00	15:25:00	0	20	2	3	0	0	1	26
15:25:00	15:30:00	0	17	4	1	0	0	0	22
15:30:00	15:35:00	0	22	2	1	0	0	0	25
15:35:00	15:40:00	0	17	2	3	1	0	1	24
15:40:00	15:45:00	0	18	1	1	0	1	0	21
15:45:00	15:50:00	0	17	1	1	1	0	0	20
15:50:00	15:55:00	0	18	3	0	0	0	0	21
15:55:00	16:00:00	0	21	3	1	0	1	0	26
16:00:00	16:05:00	0	20	5	2	2	0	1	30
16:05:00	16:10:00	0	23	5	2	2	1	0	33
16:10:00	16:15:00	0	14	0	5	0	1	1	21
16:15:00	16:20:00	0	23	3	3	2	0	0	31
16:20:00	16:25:00	0	16	3	1	2	0	0	22
16:25:00	16:30:00	0	19	2	2	1	0	0	24
16:30:00	16:35:00	0	24	3	1	1	1	0	30
16:35:00	16:40:00	0	18	3	2	0	0	1	24
16:40:00	16:45:00	0	20	1	3	1	1	0	26
16:45:00	16:50:00	0	20	1	3	1	0	0	25
16:50:00	16:55:00	0	20	2	3	0	1	0	26
16:55:00	17:00:00	0	14	3	1	2	2	0	22
17:00:00	17:05:00	0	20	1	0	0	1	1	23
17:05:00	17:10:00	0	20	2	0	1	1	0	24
17:10:00	17:15:00	0	23	4	1	0	1	0	29
17:15:00	17:20:00	0	25	3	2	0	1	0	31
17:20:00	17:25:00	0	19	5	2	0	4	2	32
17:25:00	17:30:00	0	21	4	1	1	2	0	29
17:30:00	17:35:00	0	16	7	5	0	4	1	33
17:35:00	17:40:00	0	15	3	5	0	3	1	27
17:40:00	17:45:00	0	27	4	4	1	0	0	36
17:45:00	17:50:00	0	21	3	1	1	0	1	27
17:50:00	17:55:00	0	18	1	1	0	0	0	20
17:55:00	18:00:00	0	20	3	2	0	1	1	27
18:00:00	18:05:00	0	22	4	0	1	0	0	27



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	15	6	0	1	1	0	23
18:10:00	18:15:00	0	14	2	2	0	0	0	18
18:15:00	18:20:00	0	31	2	1	1	0	0	35
18:20:00	18:25:00	0	23	6	2	2	0	0	33
18:25:00	18:30:00	0	15	4	3	0	1	0	23
18:30:00	18:35:00	0	17	2	4	2	0	0	25
18:35:00	18:40:00	0	22	5	0	3	1	0	31
18:40:00	18:45:00	0	8	2	2	2	1	1	16
18:45:00	18:50:00	0	17	7	1	0	1	0	26
18:50:00	18:55:00	0	16	2	0	0	0	0	18
18:55:00	19:00:00	0	16	2	2	2	1	1	24
TOTAL		0	2344	490	215	145	89	29	3312



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Mollendo - Jorge Chavez

Sentido: E - N 

Estacion: 7

Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	11	7	3	0	0	0	21
7:05:00	7:10:00	0	6	5	0	1	0	0	12
7:10:00	7:15:00	0	10	7	1	0	1	0	19
7:15:00	7:20:00	0	7	6	3	1	0	0	17
7:20:00	7:25:00	0	10	6	2	3	0	1	22
7:25:00	7:30:00	0	6	7	0	0	1	0	14
7:30:00	7:35:00	0	7	5	3	1	0	0	16
7:35:00	7:40:00	0	7	5	2	1	0	0	15
7:40:00	7:45:00	0	11	5	1	0	1	0	18
7:45:00	7:50:00	0	7	3	2	0	0	0	12
7:50:00	7:55:00	0	7	5	1	1	1	0	15
7:55:00	8:00:00	0	10	5	0	0	0	0	15
8:00:00	8:05:00	0	19	9	2	0	0	0	30
8:05:00	8:10:00	0	18	10	6	3	0	0	37
8:10:00	8:15:00	0	19	5	3	0	0	0	27
8:15:00	8:20:00	0	22	8	4	1	1	0	36
8:20:00	8:25:00	0	19	5	1	0	0	0	25
8:25:00	8:30:00	0	26	5	5	1	0	0	37
8:30:00	8:35:00	0	19	6	4	1	1	1	32
8:35:00	8:40:00	0	16	7	2	3	1	0	29
8:40:00	8:45:00	0	22	9	5	0	0	0	36
8:45:00	8:50:00	0	22	5	1	1	0	0	29
8:50:00	8:55:00	0	13	6	4	0	1	0	24
8:55:00	9:00:00	0	25	6	3	0	0	1	35
9:00:00	9:05:00	0	27	7	7	1	4	0	46
9:05:00	9:10:00	0	17	2	4	2	2	0	27
9:10:00	9:15:00	0	21	7	6	1	1	0	36
9:15:00	9:20:00	0	26	7	6	0	3	0	42
9:20:00	9:25:00	0	33	8	4	0	5	0	50
9:25:00	9:30:00	0	28	9	3	2	6	0	48
9:30:00	9:35:00	0	29	3	5	0	4	0	41
9:35:00	9:40:00	0	20	7	3	0	5	0	35
9:40:00	9:45:00	0	19	5	4	3	4	0	35
9:45:00	9:50:00	0	25	11	5	2	1	0	44
9:50:00	9:55:00	0	27	6	3	1	5	0	42
9:55:00	10:00:00	0	25	9	5	0	3	0	42
10:00:00	10:05:00	0	29	6	6	1	5	0	47
10:05:00	10:10:00	0	18	3	6	1	1	2	31
10:10:00	10:15:00	0	23	6	4	1	3	0	37
10:15:00	10:20:00	0	14	11	4	2	0	0	31
10:20:00	10:25:00	0	21	8	1	1	3	1	35



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	23	7	5	1	3	1	40
10:30:00	10:35:00	0	26	7	1	0	6	3	43
10:35:00	10:40:00	0	21	8	8	0	2	0	39
10:40:00	10:45:00	0	19	5	3	0	4	0	31
10:45:00	10:50:00	0	25	9	1	1	3	0	39
10:50:00	10:55:00	0	22	14	2	2	3	0	43
10:55:00	11:00:00	0	18	10	6	1	0	0	35
11:00:00	11:05:00	0	19	12	8	0	8	3	50
11:05:00	11:10:00	0	24	8	2	1	3	0	38
11:10:00	11:15:00	0	30	5	7	0	4	0	46
11:15:00	11:20:00	0	19	8	3	1	5	0	36
11:20:00	11:25:00	0	26	9	5	3	2	1	46
11:25:00	11:30:00	0	23	8	2	1	1	0	35
11:30:00	11:35:00	0	20	8	2	2	1	0	33
11:35:00	11:40:00	0	23	11	2	1	1	0	38
11:40:00	11:45:00	0	30	9	5	0	2	0	46
11:45:00	11:50:00	0	27	2	3	1	1	1	35
11:50:00	11:55:00	0	25	12	1	0	3	0	41
11:55:00	12:00:00	0	13	13	4	0	4	0	34
12:00:00	12:05:00	0	38	13	5	2	4	1	63
12:05:00	12:10:00	0	16	10	5	1	3	0	35
12:10:00	12:15:00	0	23	6	3	0	2	0	34
12:15:00	12:20:00	0	23	7	3	0	3	0	36
12:20:00	12:25:00	0	28	9	1	4	0	0	42
12:25:00	12:30:00	0	18	2	4	4	1	0	29
12:30:00	12:35:00	0	30	7	5	3	2	0	47
12:35:00	12:40:00	0	26	6	2	1	1	0	36
12:40:00	12:45:00	0	18	10	8	1	0	0	37
12:45:00	12:50:00	0	26	4	2	4	0	0	36
12:50:00	12:55:00	0	25	4	1	4	0	0	34
12:55:00	13:00:00	0	16	6	2	2	1	0	27
13:00:00	13:05:00	0	14	5	4	5	1	1	30
13:05:00	13:10:00	0	18	4	0	0	1	1	24
13:10:00	13:15:00	0	20	5	2	1	3	0	31
13:15:00	13:20:00	0	15	2	3	0	3	1	24
13:20:00	13:25:00	0	20	4	3	0	0	0	27
13:25:00	13:30:00	0	27	8	2	6	0	1	44
13:30:00	13:35:00	0	24	3	3	1	1	0	32
13:35:00	13:40:00	0	20	8	4	3	3	1	39
13:40:00	13:45:00	0	18	6	2	2	2	0	30
13:45:00	13:50:00	0	12	4	1	1	1	1	20
13:50:00	13:55:00	0	15	3	2	1	2	0	23
13:55:00	14:00:00	0	21	4	1	1	1	0	28
14:00:00	14:05:00	0	17	2	3	1	0	0	23
14:05:00	14:10:00	0	20	4	1	1	1	0	27
14:10:00	14:15:00	0	20	5	2	2	0	0	29



HORA	BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	27	6	3	1	1	39
14:20:00	14:25:00	0	20	7	1	1	0	29
14:25:00	14:30:00	0	24	6	3	0	1	34
14:30:00	14:35:00	0	20	8	0	1	0	30
14:35:00	14:40:00	0	25	6	2	1	0	35
14:40:00	14:45:00	0	26	5	1	0	1	33
14:45:00	14:50:00	0	20	4	4	4	0	32
14:50:00	14:55:00	0	21	5	3	0	1	30
14:55:00	15:00:00	0	17	7	3	1	0	28
15:00:00	15:05:00	0	26	5	4	1	0	36
15:05:00	15:10:00	0	17	6	2	2	1	28
15:10:00	15:15:00	0	20	5	4	0	1	31
15:15:00	15:20:00	0	27	1	3	1	0	32
15:20:00	15:25:00	0	22	4	0	0	1	27
15:25:00	15:30:00	0	26	9	2	1	0	38
15:30:00	15:35:00	0	23	8	2	0	1	34
15:35:00	15:40:00	0	20	4	4	2	0	30
15:40:00	15:45:00	0	27	6	3	1	0	38
15:45:00	15:50:00	0	23	5	2	2	1	33
15:50:00	15:55:00	0	21	5	5	1	0	32
15:55:00	16:00:00	0	24	5	3	1	0	33
16:00:00	16:05:00	0	26	7	4	1	1	39
16:05:00	16:10:00	0	20	6	3	1	0	31
16:10:00	16:15:00	0	20	5	2	0	0	27
16:15:00	16:20:00	0	17	10	1	1	0	30
16:20:00	16:25:00	0	20	9	3	0	0	32
16:25:00	16:30:00	0	20	9	2	0	0	31
16:30:00	16:35:00	0	25	6	3	0	0	34
16:35:00	16:40:00	0	20	13	3	1	1	39
16:40:00	16:45:00	0	21	11	0	1	0	33
16:45:00	16:50:00	0	23	10	1	0	0	34
16:50:00	16:55:00	0	19	10	2	2	0	33
16:55:00	17:00:00	0	19	6	4	2	1	32
17:00:00	17:05:00	0	16	6	5	2	3	32
17:05:00	17:10:00	0	22	4	3	5	0	37
17:10:00	17:15:00	0	28	7	2	2	2	42
17:15:00	17:20:00	0	23	10	2	2	0	37
17:20:00	17:25:00	0	28	11	5	4	0	48
17:25:00	17:30:00	0	24	8	2	3	0	37
17:30:00	17:35:00	0	11	7	5	4	0	27
17:35:00	17:40:00	0	17	7	2	2	1	29
17:40:00	17:45:00	0	31	11	2	4	1	50
17:45:00	17:50:00	0	14	7	5	1	2	29
17:50:00	17:55:00	0	20	7	1	2	2	32
17:55:00	18:00:00	0	21	6	3	1	1	32
18:00:00	18:05:00	0	21	1	5	3	2	32



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	21	4	7	3	1	0	36
18:10:00	18:15:00	0	20	7	2	2	0	1	32
18:15:00	18:20:00	0	11	6	5	2	1	0	25
18:20:00	18:25:00	0	25	10	3	2	0	0	40
18:25:00	18:30:00	0	16	5	1	0	0	1	23
18:30:00	18:35:00	0	16	5	0	0	0	0	21
18:35:00	18:40:00	0	24	1	2	3	0	2	32
18:40:00	18:45:00	0	28	8	3	0	0	0	39
18:45:00	18:50:00	0	13	11	4	2	1	0	31
18:50:00	18:55:00	0	20	5	3	2	1	1	32
18:55:00	19:00:00	0	16	4	3	2	1	0	26
TOTAL		0	2954	955	435	185	187	39	4755



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Muñoz Najar - Paucarpata

Sentido: O - E

Estacion: 8

Fecha de Cuento: 5 de Abril del 2016



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	2	1	1	1	2	0	7
7:05:00	7:10:00	0	1	0	1	1	0	0	3
7:10:00	7:15:00	0	1	1	0	0	0	1	3
7:15:00	7:20:00	0	1	0	1	1	0	1	4
7:20:00	7:25:00	0	1	1	2	1	0	1	6
7:25:00	7:30:00	0	1	1	1	1	1	0	5
7:30:00	7:35:00	0	0	0	0	1	1	0	2
7:35:00	7:40:00	0	2	0	1	0	0	0	3
7:40:00	7:45:00	0	1	0	1	0	0	1	3
7:45:00	7:50:00	0	3	1	1	1	0	1	7
7:50:00	7:55:00	0	0	0	1	0	0	0	1
7:55:00	8:00:00	0	3	2	3	1	3	0	12
8:00:00	8:05:00	0	1	0	0	1	0	0	2
8:05:00	8:10:00	0	2	0	2	0	2	0	6
8:10:00	8:15:00	0	1	2	1	1	0	0	5
8:15:00	8:20:00	0	3	1	2	1	0	2	9
8:20:00	8:25:00	0	3	2	2	2	1	0	10
8:25:00	8:30:00	0	4	2	2	2	2	0	12
8:30:00	8:35:00	0	3	1	2	1	1	1	9
8:35:00	8:40:00	0	2	2	2	0	2	1	9
8:40:00	8:45:00	0	1	1	1	3	1	0	7
8:45:00	8:50:00	0	4	2	2	1	0	1	10
8:50:00	8:55:00	0	2	1	2	0	1	0	6
8:55:00	9:00:00	0	4	2	2	1	0	0	9
9:00:00	9:05:00	0	0	1	1	2	1	1	6
9:05:00	9:10:00	0	1	1	0	0	1	1	4
9:10:00	9:15:00	0	2	3	3	3	0	1	12
9:15:00	9:20:00	0	1	1	0	1	0	0	3
9:20:00	9:25:00	0	2	1	2	1	0	1	7
9:25:00	9:30:00	0	4	3	3	3	2	0	15
9:30:00	9:35:00	0	1	3	2	1	0	0	7
9:35:00	9:40:00	0	2	1	3	1	0	0	7
9:40:00	9:45:00	0	1	0	1	1	1	0	4
9:45:00	9:50:00	0	5	5	2	1	0	0	13
9:50:00	9:55:00	0	3	2	3	2	1	0	11
9:55:00	10:00:00	0	3	2	4	1	0	1	11
10:00:00	10:05:00	0	3	1	3	1	1	0	9
10:05:00	10:10:00	0	1	2	0	1	1	0	5
10:10:00	10:15:00	0	6	3	4	1	1	1	16
10:15:00	10:20:00	0	4	1	1	2	0	0	8
10:20:00	10:25:00	0	5	5	6	0	1	0	17



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	3	5	3	0	0	1	12
10:30:00	10:35:00	0	3	3	1	0	0	0	7
10:35:00	10:40:00	0	7	2	3	3	0	1	16
10:40:00	10:45:00	0	6	1	2	1	1	1	12
10:45:00	10:50:00	0	3	3	7	1	1	0	15
10:50:00	10:55:00	0	6	6	2	2	1	1	18
10:55:00	11:00:00	0	2	3	1	1	1	0	8
11:00:00	11:05:00	0	4	5	1	1	1	1	13
11:05:00	11:10:00	0	6	2	2	0	1	0	11
11:10:00	11:15:00	0	5	1	3	2	1	1	13
11:15:00	11:20:00	0	6	4	1	2	1	1	15
11:20:00	11:25:00	0	3	3	2	1	0	1	10
11:25:00	11:30:00	0	8	4	4	3	1	0	20
11:30:00	11:35:00	0	8	6	1	0	1	1	17
11:35:00	11:40:00	0	5	5	1	2	1	1	15
11:40:00	11:45:00	0	3	3	1	0	0	0	7
11:45:00	11:50:00	0	8	3	1	1	0	1	14
11:50:00	11:55:00	0	10	1	3	1	0	1	16
11:55:00	12:00:00	0	14	4	3	0	1	1	23
12:00:00	12:05:00	0	14	4	3	0	1	1	23
12:05:00	12:10:00	0	10	2	1	1	0	0	14
12:10:00	12:15:00	0	10	2	3	2	1	1	19
12:15:00	12:20:00	0	7	3	2	1	1	0	14
12:20:00	12:25:00	0	13	2	5	1	1	0	22
12:25:00	12:30:00	0	9	0	3	1	1	1	15
12:30:00	12:35:00	0	9	1	0	0	0	0	10
12:35:00	12:40:00	0	6	0	1	0	1	0	8
12:40:00	12:45:00	0	6	3	1	1	0	1	12
12:45:00	12:50:00	0	9	2	5	2	1	1	20
12:50:00	12:55:00	0	10	4	1	1	1	0	17
12:55:00	13:00:00	0	9	3	2	1	0	0	15
13:00:00	13:05:00	0	14	1	0	1	1	0	17
13:05:00	13:10:00	0	9	3	4	1	1	0	18
13:10:00	13:15:00	0	15	4	2	1	1	1	24
13:15:00	13:20:00	0	8	3	1	1	0	0	13
13:20:00	13:25:00	0	10	6	3	2	1	0	22
13:25:00	13:30:00	0	15	8	4	1	0	0	28
13:30:00	13:35:00	0	12	3	2	2	1	0	20
13:35:00	13:40:00	0	12	3	1	0	0	1	17
13:40:00	13:45:00	0	14	2	4	1	4	0	25
13:45:00	13:50:00	0	12	7	3	1	0	0	23
13:50:00	13:55:00	0	12	4	3	2	2	2	25
13:55:00	14:00:00	0	11	7	4	1	1	0	24
14:00:00	14:05:00	0	9	4	2	1	0	0	16
14:05:00	14:10:00	0	4	2	0	1	0	0	7
14:10:00	14:15:00	0	6	4	2	1	1	1	15



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	14	1	3	0	1	0	19
14:20:00	14:25:00	0	18	3	1	1	1	1	25
14:25:00	14:30:00	0	12	3	3	0	0	0	18
14:30:00	14:35:00	0	10	6	1	1	1	0	19
14:35:00	14:40:00	0	8	6	3	1	0	0	18
14:40:00	14:45:00	0	8	4	3	0	2	1	18
14:45:00	14:50:00	0	17	8	1	1	1	0	28
14:50:00	14:55:00	0	15	3	3	2	0	0	23
14:55:00	15:00:00	0	16	3	5	0	2	1	27
15:00:00	15:05:00	0	8	7	3	2	1	1	22
15:05:00	15:10:00	0	8	5	5	0	1	0	19
15:10:00	15:15:00	0	11	3	1	1	1	0	17
15:15:00	15:20:00	0	9	4	4	1	0	0	18
15:20:00	15:25:00	0	10	3	1	1	0	0	15
15:25:00	15:30:00	0	13	5	2	1	2	1	24
15:30:00	15:35:00	0	10	3	1	1	0	1	16
15:35:00	15:40:00	0	6	2	3	1	1	0	13
15:40:00	15:45:00	0	8	3	0	2	0	0	13
15:45:00	15:50:00	0	11	5	2	1	1	0	20
15:50:00	15:55:00	0	16	5	3	1	0	1	26
15:55:00	16:00:00	0	9	8	2	0	1	1	21
16:00:00	16:05:00	0	11	4	2	1	1	0	19
16:05:00	16:10:00	0	10	4	2	1	1	1	19
16:10:00	16:15:00	0	14	5	3	1	1	0	24
16:15:00	16:20:00	0	9	2	1	0	0	0	12
16:20:00	16:25:00	0	10	7	3	1	1	0	22
16:25:00	16:30:00	0	11	8	3	0	1	0	23
16:30:00	16:35:00	0	10	1	1	1	0	0	13
16:35:00	16:40:00	0	9	0	2	1	2	1	15
16:40:00	16:45:00	0	12	3	4	1	1	1	22
16:45:00	16:50:00	0	11	3	3	2	0	0	19
16:50:00	16:55:00	0	13	5	3	1	1	1	24
16:55:00	17:00:00	0	9	5	3	2	2	1	22
17:00:00	17:05:00	0	9	2	3	0	0	0	14
17:05:00	17:10:00	0	9	2	3	0	0	0	14
17:10:00	17:15:00	0	10	5	1	2	0	1	19
17:15:00	17:20:00	0	8	3	1	1	2	0	15
17:20:00	17:25:00	0	8	2	2	0	0	1	13
17:25:00	17:30:00	0	12	3	3	0	0	0	18
17:30:00	17:35:00	0	12	3	1	2	1	0	19
17:35:00	17:40:00	0	10	6	3	0	1	1	21
17:40:00	17:45:00	0	13	4	3	1	0	0	21
17:45:00	17:50:00	0	8	2	1	1	0	0	12
17:50:00	17:55:00	0	14	4	2	0	2	0	22
17:55:00	18:00:00	0	10	6	4	1	0	0	21
18:00:00	18:05:00	0	14	3	1	0	0	1	19



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	11	8	3	2	0	0	24
18:10:00	18:15:00	0	11	5	4	1	2	1	24
18:15:00	18:20:00	0	11	8	1	1	1	1	23
18:20:00	18:25:00	0	13	5	3	1	1	0	23
18:25:00	18:30:00	0	12	7	3	0	1	1	24
18:30:00	18:35:00	0	6	1	1	0	1	0	9
18:35:00	18:40:00	0	8	4	1	4	1	2	20
18:40:00	18:45:00	0	10	4	1	1	1	0	17
18:45:00	18:50:00	0	10	4	1	1	1	1	18
18:50:00	18:55:00	0	5	1	2	0	1	0	9
18:55:00	19:00:00	0	5	1	1	0	0	1	8
TOTAL		0	1080	439	304	141	103	63	2130



CONTEOS DE TRAFICO VEHICULAR

Tramo: Muñoz Najar - Goyeneche
Estacion: 8
Fecha de Conteo: 5 de Abril del 2016

Sentido: O - N



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
7:00:00	7:05:00	0	2	0	0	0	0	0	2
7:05:00	7:10:00	0	1	0	0	0	0	0	1
7:10:00	7:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0
7:15:00	7:20:00	0	1	0	0	1	0	0	2
7:20:00	7:25:00	0	0	1	1	0	0	0	2
7:25:00	7:30:00	0	0	0	1	0	0	0	1
7:30:00	7:35:00	0	0	0	0	1	1	0	2
7:35:00	7:40:00	0	2	0	0	0	0	0	2
7:40:00	7:45:00	0	0	0	1	0	0	0	1
7:45:00	7:50:00	0	1	0	0	0	0	1	2
7:50:00	7:55:00	0	0	0	0	0	0	0	0
7:55:00	8:00:00	0	1	0	1	1	1	0	4
8:00:00	8:05:00	0	2	1	1	0	0	0	4
8:05:00	8:10:00	0	1	0	0	0	1	1	3
8:10:00	8:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0
8:15:00	8:20:00	0	1	1	0	0	0	0	2
8:20:00	8:25:00	0	1	1	1	0	0	0	3
8:25:00	8:30:00	0	1	1	0	0	0	0	2
8:30:00	8:35:00	0	2	1	1	1	0	0	5
8:35:00	8:40:00	0	2	1	1	0	1	0	5
8:40:00	8:45:00	0	0	1	1	0	0	0	2
8:45:00	8:50:00	0	0	0	1	2	0	0	3
8:50:00	8:55:00	0	2	0	0	0	0	0	2
8:55:00	9:00:00	0	0	0	1	0	1	0	2
9:00:00	9:05:00	0	2	0	1	0	0	0	3
9:05:00	9:10:00	0	0	0	1	1	0	0	2
9:10:00	9:15:00	0	2	0	0	1	0	0	3
9:15:00	9:20:00	0	1	0	1	0	0	0	2
9:20:00	9:25:00	0	0	0	0	1	0	0	1
9:25:00	9:30:00	0	2	2	1	1	0	0	6
9:30:00	9:35:00	0	1	0	0	1	1	0	3
9:35:00	9:40:00	0	0	1	1	0	0	0	2
9:40:00	9:45:00	0	1	1	0	0	1	0	3
9:45:00	9:50:00	0	1	1	0	0	1	0	3
9:50:00	9:55:00	0	2	1	1	1	1	0	6
9:55:00	10:00:00	0	3	1	1	0	0	0	5
10:00:00	10:05:00	0	1	2	2	1	0	1	7
10:05:00	10:10:00	0	1	0	1	0	0	0	2
10:10:00	10:15:00	0	3	1	0	0	0	0	4
10:15:00	10:20:00	0	1	1	1	1	0	0	4
10:20:00	10:25:00	0	3	1	1	0	0	0	5



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
10:25:00	10:30:00	0	2	2	2	0	1	0	7
10:30:00	10:35:00	0	1	1	1	0	0	0	3
10:35:00	10:40:00	0	4	3	1	0	0	0	8
10:40:00	10:45:00	0	4	0	2	1	1	0	8
10:45:00	10:50:00	0	3	1	1	1	0	0	6
10:50:00	10:55:00	0	1	3	2	0	2	0	8
10:55:00	11:00:00	0	2	1	0	1	0	0	4
11:00:00	11:05:00	0	1	2	1	0	0	0	4
11:05:00	11:10:00	0	2	1	1	0	1	0	5
11:10:00	11:15:00	0	2	1	0	0	0	0	3
11:15:00	11:20:00	0	3	1	0	1	0	0	5
11:20:00	11:25:00	0	3	2	0	0	0	0	5
11:25:00	11:30:00	0	4	2	1	1	0	0	8
11:30:00	11:35:00	0	3	1	2	1	0	0	7
11:35:00	11:40:00	0	4	3	1	0	0	0	8
11:40:00	11:45:00	0	2	2	1	0	0	0	5
11:45:00	11:50:00	0	1	1	1	1	0	0	4
11:50:00	11:55:00	0	4	1	0	0	0	0	5
11:55:00	12:00:00	0	5	0	1	1	0	0	7
12:00:00	12:05:00	0	5	1	1	0	0	0	7
12:05:00	12:10:00	0	6	3	1	0	0	0	10
12:10:00	12:15:00	0	4	1	0	0	1	0	6
12:15:00	12:20:00	0	6	2	2	1	0	0	11
12:20:00	12:25:00	0	4	1	0	1	0	0	6
12:25:00	12:30:00	0	6	1	2	0	1	0	10
12:30:00	12:35:00	0	2	0	1	1	0	0	4
12:35:00	12:40:00	0	5	0	0	0	0	0	5
12:40:00	12:45:00	0	3	0	0	0	0	0	3
12:45:00	12:50:00	0	4	2	2	0	0	0	8
12:50:00	12:55:00	0	3	1	1	1	0	0	6
12:55:00	13:00:00	0	6	1	1	0	0	0	8
13:00:00	13:05:00	0	4	1	1	1	0	0	7
13:05:00	13:10:00	0	7	2	1	1	1	0	12
13:10:00	13:15:00	0	5	2	1	1	0	0	9
13:15:00	13:20:00	0	4	1	1	0	0	0	6
13:20:00	13:25:00	0	5	3	2	1	0	0	11
13:25:00	13:30:00	0	3	3	1	0	0	0	7
13:30:00	13:35:00	0	6	4	1	0	0	0	11
13:35:00	13:40:00	0	5	3	1	0	0	0	9
13:40:00	13:45:00	0	6	2	1	0	0	0	9
13:45:00	13:50:00	0	6	3	1	1	2	0	13
13:50:00	13:55:00	0	5	3	1	0	0	0	9
13:55:00	14:00:00	0	4	0	2	0	1	0	7
14:00:00	14:05:00	0	5	4	2	1	1	0	13
14:05:00	14:10:00	0	4	2	1	1	0	0	8
14:10:00	14:15:00	0	3	2	0	0	0	0	5



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
14:15:00	14:20:00	0	6	1	1	0	0	0	8
14:20:00	14:25:00	0	6	1	1	1	0	0	9
14:25:00	14:30:00	0	5	0	1	0	0	0	6
14:30:00	14:35:00	0	5	3	1	0	0	0	9
14:35:00	14:40:00	0	4	2	1	0	0	0	7
14:40:00	14:45:00	0	3	2	1	0	0	0	6
14:45:00	14:50:00	0	6	2	1	1	1	0	11
14:50:00	14:55:00	0	7	2	0	0	1	0	10
14:55:00	15:00:00	0	7	2	2	0	1	0	12
15:00:00	15:05:00	0	6	1	1	1	0	0	9
15:05:00	15:10:00	0	2	2	1	0	0	1	6
15:10:00	15:15:00	0	3	2	2	0	0	0	7
15:15:00	15:20:00	0	6	2	0	0	0	0	8
15:20:00	15:25:00	0	4	3	3	0	0	0	10
15:25:00	15:30:00	0	5	2	1	0	0	0	8
15:30:00	15:35:00	0	3	1	1	0	1	0	6
15:35:00	15:40:00	0	5	2	2	0	0	0	9
15:40:00	15:45:00	0	3	1	1	1	0	0	6
15:45:00	15:50:00	0	3	1	1	1	0	0	6
15:50:00	15:55:00	0	4	2	1	0	0	0	7
15:55:00	16:00:00	0	6	3	0	1	0	0	10
16:00:00	16:05:00	0	6	3	1	0	0	0	10
16:05:00	16:10:00	0	3	1	1	0	0	0	5
16:10:00	16:15:00	0	5	2	0	0	0	0	7
16:15:00	16:20:00	0	6	3	1	0	0	0	10
16:20:00	16:25:00	0	5	3	1	0	0	0	9
16:25:00	16:30:00	0	4	4	1	1	0	0	10
16:30:00	16:35:00	0	7	2	2	0	0	0	11
16:35:00	16:40:00	0	2	0	0	0	0	0	2
16:40:00	16:45:00	0	6	1	1	0	0	0	8
16:45:00	16:50:00	0	6	2	2	0	0	0	10
16:50:00	16:55:00	0	3	2	1	1	0	0	7
16:55:00	17:00:00	0	6	1	2	0	0	0	9
17:00:00	17:05:00	0	3	2	1	2	1	0	9
17:05:00	17:10:00	0	5	1	1	0	0	0	7
17:10:00	17:15:00	0	3	1	0	0	0	0	4
17:15:00	17:20:00	0	5	2	0	0	0	0	7
17:20:00	17:25:00	0	3	1	1	1	1	0	7
17:25:00	17:30:00	0	4	1	1	0	1	0	7
17:30:00	17:35:00	0	5	2	2	0	0	0	9
17:35:00	17:40:00	0	5	0	1	0	1	0	7
17:40:00	17:45:00	0	5	3	0	0	0	0	8
17:45:00	17:50:00	0	3	2	1	0	0	0	6
17:50:00	17:55:00	0	5	2	1	0	0	0	8
17:55:00	18:00:00	0	5	1	1	0	0	0	7
18:00:00	18:05:00	0	7	2	1	0	0	0	10



HORA		BUS	TAXI	AUTO	CAMIONETA	MINIVAN	MOTO	OTROS	TOTAL
18:05:00	18:10:00	0	3	2	0	0	0	0	5
18:10:00	18:15:00	0	5	3	2	0	0	0	10
18:15:00	18:20:00	0	7	4	2	0	0	0	13
18:20:00	18:25:00	0	5	4	1	0	0	0	10
18:25:00	18:30:00	0	5	4	1	1	0	0	11
18:30:00	18:35:00	0	4	1	1	0	0	0	6
18:35:00	18:40:00	0	6	2	2	0	0	0	10
18:40:00	18:45:00	0	3	2	0	0	0	1	6
18:45:00	18:50:00	0	5	1	0	1	0	0	7
18:50:00	18:55:00	0	3	1	2	0	1	0	7
18:55:00	19:00:00	0	3	3	1	0	0	0	7
TOTAL		0	486	204	128	46	30	5	899





ANEXO IV CALIBRACION DEL MODELO BASE





CALIBRACION DEL MODELO BASE

Punto de Medicion	Hora	Aforado	Simulacion	Diferencia Absoluta	Diferencia (%)	GEH	Observacion
Av. Jorge Chavez	7:00 - 8:00	462	455	7	1.52	0.33	1
	8:00 - 9:00	589	588	1	0.17	0.04	2
	9:00 - 10:00	703	703	0	0.00	0.00	3
	10:00 - 11:00	758	763	-5	-0.66	0.18	4
	11:00 - 12:00	813	807	6	0.74	0.21	5
	12:00 - 13:00	921	873	48	5.21	1.60	6
	13:00 - 14:00	841	879	-38	-4.52	1.30	7
	14:00 - 15:00	812	825	-13	-1.60	0.45	8
	15:00 - 16:00	717	721	-4	-0.56	0.15	9
	16:00 - 17:00	721	714	7	0.97	0.26	10
	17:00 - 18:00	804	808	-4	-0.50	0.14	11
	18:00 - 19:00	801	799	2	0.25	0.07	12
		8942	8935				
Alto de la Luna	7:00 - 8:00	90	89	1	1.11	0.11	13
	8:00 - 9:00	152	153	-1	-0.66	0.08	14
	9:00 - 10:00	195	194	1	0.51	0.07	15
	10:00 - 11:00	269	268	1	0.37	0.06	16
	11:00 - 12:00	312	310	2	0.64	0.11	17
	12:00 - 13:00	412	414	-2	-0.49	0.10	18
	13:00 - 14:00	393	395	-2	-0.51	0.10	19
	14:00 - 15:00	380	372	8	2.11	0.41	20
	15:00 - 16:00	360	365	-5	-1.39	0.26	21
	16:00 - 17:00	364	365	-1	-0.27	0.05	22
	17:00 - 18:00	401	400	1	0.25	0.05	23
	18:00 - 19:00	422	417	5	1.18	0.24	24
		3750	3742				



Punto de Medicion	Hora	Aforado	Simulacion	Diferencia Absoluta	Diferencia (%)	GEH	Observacion
Otero (Parque de la Muela)	7:00 - 8:00	83	82	1	1.20	0.11	25
	8:00 - 9:00	164	165	-1	-0.61	0.08	26
	9:00 - 10:00	260	257	3	1.15	0.19	27
	10:00 - 11:00	334	333	1	0.30	0.05	28
	11:00 - 12:00	275	277	-2	-0.73	0.12	29
	12:00 - 13:00	310	294	16	5.16	0.92	30
	13:00 - 14:00	274	291	-17	-6.20	1.01	31
	14:00 - 15:00	246	245	1	0.41	0.06	32
	15:00 - 16:00	286	287	-1	-0.35	0.06	33
	16:00 - 17:00	321	321	0	0.00	0.00	34
	17:00 - 18:00	324	320	4	1.23	0.22	35
	18:00 - 19:00	311	315	-4	-1.29	0.23	36
		3188	3187				
San Camilo	7:00 - 8:00	53	53	0	0.00	0.00	37
	8:00 - 9:00	73	72	1	1.37	0.12	38
	9:00 - 10:00	119	118	1	0.84	0.09	39
	10:00 - 11:00	172	173	-1	-0.58	0.08	40
	11:00 - 12:00	203	201	2	0.99	0.14	41
	12:00 - 13:00	210	212	-2	-0.95	0.14	42
	13:00 - 14:00	222	220	2	0.90	0.13	43
	14:00 - 15:00	208	208	0	0.00	0.00	44
	15:00 - 16:00	211	208	3	1.42	0.21	45
	16:00 - 17:00	202	208	-6	-2.97	0.42	46
	17:00 - 18:00	196	191	5	2.55	0.36	47
	18:00 - 19:00	199	202	-3	-1.51	0.21	48
		2068	2066				
Dean Valdivia	7:00 - 8:00	82	82	0	0.00	0.00	49
	8:00 - 9:00	162	160	2	1.23	0.16	50
	9:00 - 10:00	267	256	11	4.12	0.68	51



	Hora	Aforado	Simulacion	Diferencia Absoluta	Diferencia (%)	GEH	Observacion
Dean Valdivia	10:00 - 11:00	307	296	11	3.58	0.63	52
	11:00 - 12:00	373	304	69	18.50	3.75	53
	12:00 - 13:00	354	257	97	27.40	5.55	54
	13:00 - 14:00	325	215	110	33.85	6.69	55
	14:00 - 15:00	280	274	6	2.14	0.36	56
	15:00 - 16:00	302	305	-3	-0.99	0.17	57
	16:00 - 17:00	317	302	15	4.73	0.85	58
	17:00 - 18:00	348	280	68	19.54	3.84	59
	18:00 - 19:00	324	279	45	13.89	2.59	60
		3441	3010				
Mollendo	7:00 - 8:00	200	194	6	3.00	0.43	61
	8:00 - 9:00	373	337	36	9.65	1.91	62
	9:00 - 10:00	488	324	164	33.61	8.14	63
	10:00 - 11:00	451	287	164	36.36	8.54	64
	11:00 - 12:00	478	293	185	38.70	9.42	65
	12:00 - 13:00	443	273	170	38.37	8.98	66
	13:00 - 14:00	352	273	79	22.44	4.47	67
	14:00 - 15:00	369	293	76	20.60	4.18	68
	15:00 - 16:00	392	313	79	20.15	4.21	69
	16:00 - 17:00	399	298	101	25.31	5.41	70
	17:00 - 18:00	436	286	150	34.40	7.89	71
	18:00 - 19:00	374	293	81	21.66	4.44	72
		4755	3464				
Mollendo (salida)	7:00 - 8:00	95	99	-4	-4.21	0.41	73
	8:00 - 9:00	195	146	49	25.13	3.75	74
	9:00 - 10:00	276	242	34	12.32	2.11	75
	10:00 - 11:00	300	311	-11	-3.67	0.63	76
	11:00 - 12:00	309	331	-22	-7.12	1.23	77
	12:00 - 13:00	320	320	0	0.00	0.00	78



Mollendo (salida)	Hora	Aforado	Simulacion	Diferencia Absoluta	Diferencia (%)	GEH	Observacion
	13:00 - 14:00	299	293	6	2.01	0.35	79
	14:00 - 15:00	278	302	-24	-8.63	1.41	80
	15:00 - 16:00	300	348	-48	-16.00	2.67	81
	16:00 - 17:00	303	340	-37	-12.21	2.06	82
	17:00 - 18:00	338	319	19	5.62	1.05	83
	18:00 - 19:00	299	329	-30	-10.03	1.69	84
		3312	3380	-68	-2.05	1.18	
Paucarpata	7:00 - 8:00	750	753	-3	-0.40	0.11	85
	8:00 - 9:00	1210	1207	3	0.25	0.09	86
	9:00 - 10:00	1455	1455	0	0.00	0.00	87
	10:00 - 11:00	1600	1581	19	1.19	0.48	88
	11:00 - 12:00	1578	1652	-74	-4.69	1.84	89
	12:00 - 13:00	1746	1668	78	4.47	1.89	90
	13:00 - 14:00	1740	1710	30	1.72	0.72	91
	14:00 - 15:00	1677	1621	56	3.34	1.38	92
	15:00 - 16:00	1598	1583	15	0.94	0.38	93
	16:00 - 17:00	1574	1592	-18	-1.14	0.45	94
	17:00 - 18:00	1733	1669	64	3.69	1.55	95
	18:00 - 19:00	1689	1631	58	3.43	1.42	96
		18350	18122				
Muñoz Najar	7:00 - 8:00	75	75	0	0.00	0.00	97
	8:00 - 9:00	128	125	3	2.34	0.27	98
	9:00 - 10:00	130	137	-7	-5.38	0.61	99
	10:00 - 11:00	204	191	13	6.37	0.93	100
	11:00 - 12:00	219	195	24	10.96	1.67	101
	12:00 - 13:00	271	276	-5	-1.85	0.30	102
	13:00 - 14:00	351	350	1	0.28	0.05	103
	14:00 - 15:00	346	367	-21	-6.07	1.11	104
	15:00 - 16:00	319	316	3	0.94	0.17	105



“Estudio, Simulación y Optimización del flujo de tráfico en la
Av. Jorge Chávez desde la Calle Víctor Lira hasta la Calle Paucarpata”

Muñoz Najjar	Hora	Aforado	Simulacion	Diferencia Absoluta	Diferencia (%)	GEH	Observacion
	16:00 - 17:00	325	347	-22	-6.77	1.20	106
	17:00 - 18:00	299	280	19	6.35	1.12	107
	18:00 - 19:00	338	336	2	0.59	0.11	108
		3005	2995				



ANEXO V
ALGORITMO DESARROLLADO EN VISVAP

