

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS DE MICROSIMULACIÓN Y MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO  
DE LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE, INTERSECCIÓN  
CARRETERA CANTA-CALLAO”**

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

**ELABORADO POR**

**MARCELO FRANCISCO REYNOSO BARTOLO**

**ASESOR:**

**Dr. JOSÉ CARLOS MATÍAS LEÓN**

**Lima- Perú**

**2021**

© 2021, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte,  
con fines estrictamente académicos.”**

Reynoso Bartolo, Marcelo Francisco

mreynosob@uni.pe

912 645 965

<b>RESUMEN</b>	5
<b>ABSTRACT</b>	6
<b>PRÓLOGO</b>	7
<b>LISTA DE CUADROS</b>	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	12
<b>LISTA DE TABLAS</b>	13
<b>SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	14
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	16
1.1 GENERALIDADES	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 HIPÓTESIS	20
<b>CAPÍTULO II: MARCOS TEÓRICO Y CONCEPTUAL.</b>	22
2.1 DINÁMICA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.	22
2.2 CONFLICTOS DE TRÁFICO.	24
2.2.1 Tipos de conflictos.	24
2.2.1.1 Conflictos Concurrenciales.	24
2.2.1.2 Conflictos Direccionales.	24
2.2.1.3 Conflictos Funcionales.	25
2.3 MODELOS DE CIRCULACIÓN ININTERRUMPIDA O CONTINUA	26
2.3.1 Modelo de fluido dinámico.	26
2.3.2 Teoría del seguimiento vehicular.	27
2.3.3 Modelo de Wiedemann.	28
2.3.3.1 Conducción libre.	28
2.3.3.2 Aproximación.	28
2.3.3.3 Seguimiento.	29
2.3.3.4 Frenado.	29
2.4 Circulación Interrumpida.	30
2.5 MODELIZACIÓN.	31
2.5.1 Categorías de modelos.	32
2.5.2 Modelos estocásticos y determinísticos.	32
2.5.3 Modelos de flujos estáticos y dinámicos	32
2.6 FUNDAMENTOS DE LA MICROSIMULACIÓN.	33

2.6.1	Warm-up.	33
2.6.2	Interacción de vehículos.	33
2.6.3	Semilla de aleatoriedad.	34
2.6.4	Número de corridas.	34
2.6.5	Calibración.	35
2.7	NIVEL DE SERVICIO.	35
2.7.1	Uso del nivel de servicio.	36
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO</b>		37
3.1	INTRODUCCIÓN.	37
3.2	METODOLOGÍA DE TRABAJO.	37
3.3	INFORMACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO.	38
3.3.1	Área de estudio.	38
3.3.2	Diagnóstico del área de estudio.	38
3.3.2.1	<i>Contexto urbano.</i>	38
3.3.2.2	<i>Tránsito vehicular.</i>	40
3.3.2.3	<i>Infraestructura vial.</i>	41
3.3.2.4	<i>Mobiliario urbano.</i>	43
3.4	TOMA DE DATOS.	48
3.4.1	Área de influencia de la intersección.	48
3.4.2	Velocidad y Longitud de cola.	49
3.4.2.1	<i>Velocidad.</i>	49
3.4.2.2	<i>Longitud de cola.</i>	53
3.4.3	Aforos vehiculares.	57
3.4.3.1	<i>Estaciones de conteo.</i>	60
3.4.3.2	<i>Giro y dirección.</i>	61
3.5	PROCESAMIENTO DE DATOS.	63
3.6	PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.	76
3.6.1	Intersección a desnivel Tipo Trompeta.	78
3.6.2	Intersección a desnivel tipo Trébol.	79
3.6.3	Rotonda a desnivel.	79
3.6.4	Consideraciones de Operación.	81
3.6.4.1	<i>Alcance de la metodología HCM para el cálculo de la capacidad.</i>	82
3.6.4.2	<i>Uso de herramientas alternativas.</i>	85
3.6.5	Consideraciones de diseño.	86
3.6.5.1	<i>Velocidad de diseño.</i>	86
3.6.5.2	<i>Vehículo de diseño.</i>	89

3.6.5.3 <i>Alineamiento de aproximaciones y entradas.</i>	89
3.6.5.4 <i>Gálibo vertical.</i>	90
<b>CAPITULO IV: DESARROLLO Y SIMULACIÓN DEL MODELO.</b>	92
4.1 DESARROLLO DEL MODELO SITUACIÓN ACTUAL.	95
4.1.1 Obtención y escala del Background.	95
4.1.2 Carriles y conectores.	97
4.1.3 Zonas de conflicto.	98
4.1.4 Composición vehicular.	99
4.1.5 Rutas vehiculares.	100
4.1.6 Dispositivos de control.	101
4.1.7 Obstáculo y mobiliario urbano.	102
4.2 SIMULACIÓN, CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO.	103
4.2.1 Simulación.	103
4.2.1.1 <i>Volúmenes simulados.</i>	107
4.2.1.2 <i>Parámetros de eficiencia simulados.</i>	112
4.2.2 Calibración del modelo.	112
4.2.2.1 <i>Calibración de volúmenes.</i>	113
4.2.2.2 <i>Calibración de parámetros de eficiencia.</i>	119
4.2.3 Validación del modelo.	124
4.2.3.1 <i>Validación de los volúmenes</i>	126
4.2.3.2 <i>Validación parámetros de eficiencia</i>	130
4.3 DESARROLLO DEL MODELO INTERCAMBIO VIAL.	133
4.3.1 Carriles y conectores.	133
4.3.2 Zonas de conflicto.	135
4.3.3 Rutas vehiculares.	136
4.3.4 Obstáculos y mobiliario urbano.	136
4.4 DESARROLLO DEL MODELO INTERCAMBIO VIAL FUTURO 30 AÑOS.	138
<b>CAPITULO V: ANÁLISIS DEL MODELO SIMULADO</b>	140
5.1 Situación actual	140
5.1.1 Nivel de servicio situación actual	140
5.1.2 Diagrama espacio-tiempo	140
5.1.3 Diagrama de velocidades	144
5.1.4 Demoras en su situación actual	146
5.2 Situación intercambio vial a desnivel	147
5.2.1 Nivel de servicio intercambio vial a desnivel	147

5.2.2	Diagrama espacio-tiempo intercambio vial a desnivel	148
5.2.3	Diagrama de velocidades intercambio vial a desnivel	151
5.2.4	Demoras intercambio vial a desnivel	153
5.3	Situación futura en 30 años	154
5.3.1	Nivel de servicio intercambio vial a desnivel futuro	154
5.3.2	Diagrama espacio-tiempo intercambio vial a desnivel futuro	154
5.3.3	Diagrama de velocidades intercambio vial a desnivel futuro	155
5.3.4	Demoras futura intercambio vial a desnivel futuro	157
5.4	Análisis comparativo de escenarios	157
5.4.1	Diagrama espacio tiempo	157
5.4.2	Diagrama de velocidades	159
5.4.3	Demoras	161
5.4.3	Comparación de técnicas utilizadas	161
	<b>CONCLUSIONES</b>	165
	<b>RECOMENDACIONES</b>	167
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	169
	<b>ANEXOS</b>	171

## RESUMEN

En el Perú existe el sistema nacional de carreteras (SINAC) documento encargado de clasificar la red vial nacional, departamental y rural. De igual manera la ordenanza N°341, que segmenta y define los tipos de vías en el plano del sistema vial Metropolitano de la ciudad de Lima.

Por lo antes expuesto, los accesos que conforman la intersección en la zona de estudio, ubicada en el distrito de los Olivos en la ciudad de Lima, están clasificados como CARRETERAS, es decir vías con flujo ininterrumpido o continuo.

Actualmente dicha intersección funciona como una intersección semaforizada, es decir flujo interrumpido o discontinuo, generando largas longitudes de colas e incrementando las demoras por cada acceso de dicha intersección.

La presente investigación propone mejorar el nivel de servicio de la carretera Panamericana Norte en intersección con la carretera Canta-Callao mediante la implementación de un intercambio vial a desnivel.

Mediante una investigación de campo, se obtuvo una base de datos del volumen vehicular durante dos días consecutivos típicos, adicionalmente se midió las longitudes de cola y velocidades libres.

De esta manera se puede observar el comportamiento del flujo vehicular en la zona de estudio y reflejar lo que sucede en el campo, llevándolo a una simulación microscópica, la cual se calibró para luego formular tres escenarios:

- a) Simulación de la situación actual.
- b) Simulación del intercambio vial.
- c) Simulación del intercambio vial con una proyección de 30 años.

Este último escenario para tener el comportamiento del intercambio vial en el tiempo, para los tres escenarios se tomaron como indicadores: el nivel de servicio, la velocidad de recorrido, las demoras y el uso del diagrama espacio-tiempo.

## ABSTRACT

In the document The National System of Highway (SINAC) from Peru, in which the national, departamental and rural vial nets, are classified, and because the ordinance N° 341, which segmentates and define the types of ways in the Lima's Metropolitan City vial sistem map, the accesses which is implied in the studied area, located in Los Olivos district in Lima City, has to be classified as a highway and should have continuos flow .

Actually this intersection works with traffic light what makes discontinuos flow. As a result of that it increases long vehicle queues and travel time.

The present investigation proposes to improve the service level of the current intersection through the implementation of an uneven road Exchange.

Through this investigation we gathered data regarding the amount of vehicles that cross this intersection. The sampling was performed during 2 consecutive days and the resulting data was: size of car lines, approach times, free speed.

By this way we notice the vehicles behavior and let us know what happen in this area, this information has been taken to a smaller simulation to develop three scenarios:

- a) Real status simulation.
- b) Road exchange simulation.
- c)30 years proyection simulation.

This last scenario was taken to know the behavior of the road interchange in time, the pointers for this possibilities were: Service standard, path speed, drive times and the space - time diagram use.

## PRÓLOGO

Cuando me propuse investigar por que tanto tiempo, esfuerzo y economía se usaba para trasladarse, sea en un vehículo privado o público de un lugar a otro, en la ciudad de Lima, Capital del Perú, con una población estimada en diez millones de habitantes, conocí realidades distintas y muchísimas más formas de transporte local tome la decisión de acumular conocimientos, voluntad y esfuerzo para enfocarme en el estudio de la mejora del Nivel de Servicio de la Carretera Panamericana Norte, Intersección Canta- Callao usando una herramienta opcional como es la de la del Análisis de Microsimulación.

Bien es cierto que para conocer plenamente los factores que impiden un tránsito fluido, es necesario hacer un análisis de microsimulación para evaluar la mejora del nivel de servicio. En el caso que se desarrolla en el presente trabajo de investigación resulta que en la intersección de la vía Canta – Callao y Panamericana Norte se encuentra dos normativas dadas por el Ministerio de Transporte que la considera como Carreteras Nacionales y la Municipalidad Metropolitana de Lima, al entrar en su jurisdicción, la considera como Vía Expresa Nacional. Esas normativas hacen que por ser carretera nacional debiera tener un flujo in interrumpido, pero actualmente operan con flujo interrumpido. El problema del flujo de tráfico en esta intersección tipo “T” se da porque no se han usado los conceptos de la Ingeniería de Tránsito.

Lo que se propone con la Tesis es realizar un análisis operacional en la etapa de evaluación para tomar decisiones de modificar infraestructuras viales existentes o si es necesario implementar una nueva, basados con los conceptos de la Ingeniería de Tránsito usando el análisis de microsimulación.

Con el problema descrito acudimos a la teoría para resolverlo y nos encontramos con que existen: intercambios a desnivel tipo trompeta; el trébol y un intercambio a desnivel en la que la carretera Panamericana Norte pase deprimidamente y la rotonda a nivel.

Dr. José Carlos Matías León.

**LISTA DE CUADROS**

	<i>Pág.</i>
Cuadro N° 1 Distancias entre puntos de control.	50
Cuadro N° 2 Tiempos entre puntos de control por tipología.	50
Cuadro N° 3 Velocidades libres por tipología vehicular	51
Cuadro N° 4 Velocidades libres	53
Cuadro N° 5 Longitudes de cola acceso Norte.	54
Cuadro N° 6 Longitudes de cola acceso Sur.	55
Cuadro N° 7 Longitudes de cola acceso Este.	57
Cuadro N° 8 Clasificación Vehicular	58
Cuadro N° 9 Formato de aforo digital.	64
Cuadro N° 10 Factor de equivalencia UCP.	65
Cuadro N° 11 Hora punta mañana, tarde y noche.	67
Cuadro N° 12 Porcentaje de vehículos acceso Norte	69
Cuadro N° 13 Porcentaje de vehículos acceso Sur	69
Cuadro N° 14 Porcentaje de vehículos acceso Este.	70
Cuadro N° 15 Resultados de la simulación #1	107
Cuadro N° 16 Resultados de la simulación #2	108
Cuadro N° 17 Resultados de la simulación #3	108
Cuadro N° 18 Resultados de la simulación #4	108
Cuadro N° 19 Resultados de la simulación #5	108
Cuadro N° 20 Resultados de la simulación #6	109
Cuadro N° 21 Resultados de la simulación #7	109
Cuadro N° 22 Resultados de la simulación #8	109
Cuadro N° 23 Resultados de la simulación #9	109
Cuadro N° 24 Resultados de la simulación #10	110
Cuadro N° 25 Resultados de la simulación #11	110
Cuadro N° 26 Resultados de la simulación #12	110
Cuadro N° 27 Resultados de la simulación #13	110
Cuadro N° 28 Resultados de la simulación #14	111
Cuadro N° 29 Resultados de la simulación #15	111
Cuadro N° 30 Resultados de la simulación #16	111
Cuadro N° 31 Resultados de la simulación #17	111
Cuadro N° 32 Resultados de la simulación #18	112
Cuadro N° 33 Resultados de la simulación #19	112
Cuadro N° 34 Resultados de la simulación #20	112
Cuadro N° 35 Volúmenes de Campo	114
Cuadro N° 36 Resultados de la simulación #1	115
Cuadro N° 37 Resultados de la simulación #	115
Cuadro N° 38 Resultados de la simulación #3	116
Cuadro N° 39 Resultados de la simulación #4	116
Cuadro N° 40 Resultados de la simulación #5	116
Cuadro N° 41 Resultados de la simulación #6	116
Cuadro N° 42 Resultados de la simulación #7	116
Cuadro N° 43 Resultados de la simulación #8	116
Cuadro N° 44 Resultados de la simulación #9	117
Cuadro N° 45 Resultados de la simulación #10	117
Cuadro N° 46 Resultados de la simulación #11	117

Cuadro N° 47 Resultados de la simulación #12	117
Cuadro N° 48 Resultados de la simulación #13	117
Cuadro N° 49 Resultados de la simulación #14	118
Cuadro N° 50 Resultados de la simulación #15	118
Cuadro N° 51 Resultados de la simulación #16	118
Cuadro N° 52 Resultados de la simulación #17	118
Cuadro N° 53 Resultados de la simulación #18	118
Cuadro N° 54 Resultados de la simulación #19	118
Cuadro N° 55 Resultados de la simulación #20	119
Cuadro N° 56 Longitudes de Cola: acceso Sur 03 carriles, acceso Este 03 carriles y acceso Norte 01 carril	121
Cuadro N° 57 Volúmenes de Campo para Validación	126
Cuadro N° 58 Resultados de la simulación #1	126
Cuadro N° 59 Resultados de la simulación #2	126
Cuadro N° 60 Resultados de la simulación #3	126
Cuadro N° 61 Resultados de la simulación #4	127
Cuadro N° 62 Resultados de la simulación #5	127
Cuadro N° 63 Resultados de la simulación #6	127
Cuadro N° 64 Resultados de la simulación #7	127
Cuadro N° 65 Resultados de la simulación #8	127
Cuadro N° 66 Resultados de la simulación #9	128
Cuadro N° 67 Resultados de la simulación #10	128
Cuadro N° 68 Resultados de la simulación #11	128
Cuadro N° 69 Resultados de la simulación #12	128
Cuadro N° 70 Resultados de la simulación #13	128
Cuadro N° 71 Resultados de la simulación #14	129
Cuadro N° 72 Resultados de la simulación #15	129
Cuadro N° 73 Resultados de la simulación #16	129
Cuadro N° 74 Resultados de la simulación #17	129
Cuadro N° 75 Resultados de la simulación #18	129
Cuadro N° 76 Resultados de la simulación #19	130
Cuadro N° 77 Resultados de la simulación #20	130
Cuadro N° 78 Longitudes de Cola: acceso Sur 03 carriles, acceso Este 03 carriles y acceso Norte 01 carril	132
Cuadro N° 79 Parque vehicular Lima Metropolitana.	138
Cuadro N° 80 Metodologías para la descripción del análisis operacional.	163
Cuadro N° 81 Software y herramienta de análisis asociada.	163
Cuadro N° 82 Modelos de conducción vehicular de cada software	163
Cuadro N° 83 Técnicas de campo para flujos vehiculares en función a la infraestructura a analizar	164

**LISTA DE FIGURAS**

	Pág.
Figura N° 1 Jerarquización Vial según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones	19
Figura N° 2 Jerarquización Vial según la ordenanza N°341	20
Figura N° 3 Vehículos Mixtos por día	20
Figura N° 4 Esquema de Manheim.	22
Figura N° 5 Importancia del tráfico en el esquema de transporte.	23
Figura N° 6 Conflictos de tráfico.	25
Figura N° 7 Representación de la ventana espacio-tiempo.	27
Figura N° 8 Esquema del seguimiento vehicular.	28
Figura N° 9 Modos de conducción de Wiedemann.	29
Figura N° 10 Intervalo al reanudarse la marcha en la intersección semaforizada.	31
Figura N° 11 Área de estudio.	38
Figura N° 12 Vista del área de estudio.	39
Figura N° 13 Vista del área de estudio.	39
Figura N° 14 Vista del tránsito vehicular en la carretera Panamericana.	40
Figura N° 15 Vista del tránsito vehicular en la carretera Canta-Callao.	40
Figura N° 16 Tránsito para día típico 7:30 am.	41
Figura N° 17 Vista de la carretera Panamericana acceso Norte	41
Figura N° 18 Vista de la carretera Panamericana acceso Sur.	42
Figura N° 19 Sección transversal de la carretera Panamericana.	42
Figura N° 20 Vista de la carretera Canta Callao.	43
Figura N° 21 Sección transversal de la carretera Canta-Callao.	43
Figura N° 22 Diagrama de Fases y ciclo semafórico.	44
Figura N° 23 Vista de los semáforos Panamericana acceso Norte.	44
Figura N° 24 Vista semáforo exclusivo para giro hacia Canta-Callao.	45
Figura N° 25 Vista de los semáforos Panamericana acceso Sur.	45
Figura N° 26 Vista de los semáforos Canta -Callao.	45
Figura N° 27 Vista señal informativa de destino.	46
Figura N° 28 Vista postes de alumbrado público.	46
Figura N° 29 Vista avisos publicitarios.	46
Figura N° 30 Vista tendido eléctrico.	47
Figura N° 31 Vista señal restrictiva.	47
Figura N° 32 Vista señal restrictiva.	47
Figura N° 33 Vista señal restrictiva.	48
Figura N° 34 Área de influencia intersección Panamericana/Canta Callao.	49
Figura N° 35 Ubicación de puntos para la medición de tiempos y distancias.	50
Figura N° 36 Histograma de velocidades autos.	51
Figura N° 37 Histograma de velocidades camionetas.	51
Figura N° 38 Histograma de velocidades buses.	52
Figura N° 39 Histogramas de velocidades camiones.	52
Figura N° 40 Histograma de velocidades combis.	52
Figura N° 41 Vista puntos iniciales de longitudes de cola.	53
Figura N° 42 Vista de la cola formada en el acceso Norte.	53
Figura N° 43 Vista de la longitud de cola formada en el acceso Sur.	54
Figura N° 44 Vista de la longitud de cola formada en el acceso Este.	56

Figura N° 45 Vehículos ligeros en la carretera Panamericana.	58
Figura N° 46 Camionetas en la carretera Panamericana .	59
Figura N° 47 Combis en la carretera Canta-Callao.	59
Figura N° 48 Buses en la carretera Canta-Callao.	60
Figura N° 49 Camiones en la carretera Panamericana.	60
Figura N° 50 Vista estaciones de conteo.	61
Figura N° 51 Dirección de flujos intersección Panamericana/Canta Callao.	62
Figura N° 52 Dirección de flujos intersección Canta-Callao / Av. Industrial - Av. Unger.	62
Figura N° 53 Variación del flujo en el día.	66
Figura N° 54 Histograma flujos vehiculares cada 15 minutos.	68
Figura N° 55 Diagrama circular por tipos de vehículos del acceso Norte.	69
Figura N° 56 Diagrama circular por tipos de vehículos del acceso Sur.	70
Figura N° 57 Diagrama circular por tipos de vehículos del acceso Este.	71
Figura N° 58 Flujograma intersección Panamericana/ Canta-Callao.	72
Figura N° 59 Flujograma intersección semaforizada Panamericana/ Canta-Callao.	73
Figura N° 60 Flujograma intersección Canta-Callao/Av. Industrial.	74
Figura N° 61 Flujograma intersección Canta-Callao/Av.Unger.	75
Figura N° 62 Red vial Nacional.	76
Figura N° 63 Vista carreteras nacionales Panamericana(N1) y Canta Callao(20A).	76
Figura N° 64 Clasificación de vías pertenecientes a Lima Metropolitana.	77
Figura N° 65 Intersección a desnivel tipo Trompeta	78
Figura N° 66 Ampliación de la carretera Canta-Callao.	79
Figura N° 67 Intersección a desnivel tipo Trébol	79
Figura N° 68 Puntos negros factor principal invasión del carril/maniobras no permitidas en la intersección Panamericana/Canta-Callao.	80
Figura N° 69 Puntos negros factor principal exceso de velocidad en la intersección Panamericana/Canta-Callao.	80
Figura N° 70 Entradas de carril único en conflicto con un carril anular.	83
Figura N° 71 Entradas de dos carriles en conflicto con un carril anular(en glorietas de uno o dos carriles) .	84
Figura N° 72 Entradas de carril único en conflicto con dos carriles anulares.	84
Figura N° 73 Entradas a dos carriles en conflicto con dos carriles anulares.	85
Figura N° 74 Capacidad de entradas de uno y dos carriles en conflicto con uno o dos carriles anulares.	85
Figura N° 75 Proceso de diseño de Rotondas	86
Figura N° 76 Perfil de Velocidades	87
Figura N° 77 Trayectoria más veloz a través de una rotonda	87
Figura N° 78 Relación Radio-Velocidad	88
Figura N° 79 Radios Trayectoria Vehicular	88
Figura N° 80 Trayectoria barrida en movimiento directo	89
Figura N° 81 Alineamiento radial de las entradas	89
Figura N° 82 Intercambio vial propuesto.	91
Figura N° 83 Proceso de diseño de una rotonda	93
Figura N° 84 Fase de Modelamiento	94
Figura N° 85 Proceso de calibración del modelo simulado	95
Figura N° 86 Ubicación de la zona en Google earth.	96

Figura N° 87 Insertar la imagen guardada.	96
Figura N° 88 Escalar imagen.	97
Figura N° 89 Creación de carriles.	97
Figura N° 90 Creación de los conectores.	98
Figura N° 91 Infraestructura completa	98
Figura N° 92 Vista Zonas de conflictos y asignación de prioridad.	99
Figura N° 93 Importación de vehículos en PTV-Vissim.	99
Figura N° 94 Composición vehicular por acceso en PTV-Vissim.	100
Figura N° 95 Volumen vehicular por accesos en el modelo en PTV-Vissim	100
Figura N° 96 Asignación de rutas en el modelo de microsimulación.	101
Figura N° 97 Creación de las señales de control.	101
Figura N° 98 Creación de los programas de señal.	102
Figura N° 99 Asignación de semáforos en el modelo de microsimulación.	102
Figura N° 100 Modelo 2D con PTV-Vissim.	103
Figura N° 101 Modelo 3D con PTV-Vissim.	103
Figura N° 102 Longitudes de cola Norte para el carril de giro izquierdo.	104
Figura N° 103 Longitudes de cola Sur para los tres carriles de frente.	105
Figura N° 104 Longitud de cola Este para los 03 carriles de giro izquierdo.	106
Figura N° 105 Número de corridas necesarias.	107
Figura N° 106 Parámetros de simulación.	107
Figura N° 107 Parámetros del comportamiento vehicular en el modelo.	113
Figura N° 108 Parámetro del valor semilla.	114
Figura N° 109 Creación del campo GEH.	115
Figura N° 110 Valor GEH para cada simulación.	119
Figura N° 111 Parámetros por defecto de Wiedemann 74 en Vissim.	120
Figura N° 112 Longitudes de Cola Acceso Sur Simuladas.	122
Figura N° 113 Longitudes de Cola Acceso Norte Simuladas.	122
Figura N° 114 Longitudes de Cola Acceso Este Simuladas.	123
Figura N° 115 Longitudes de Cola simuladas y de campo.	123
Figura N° 116 Flujograma intersección Panamericana/ Canta-Callao.	125
Figura N° 117 Valores de GEH para la validacion de volúmenes.	130
Figura N° 118 Longitudes de Cola simuladas y de campo para la validación.	133
Figura N° 119 Creación de carriles intercambio vial.	134
Figura N° 120 Creación de conectores.	134
Figura N° 121 Asignación de desnivel de ciertos puntos en el modelo de microsimulación.	135
Figura N° 122 Infraestructura completa modelada con PTV-Vissim.	135
Figura N° 123 Asignación de prioridad en el óvalo.	136
Figura N° 124 Asignación de rutas con PTV-Vissim.	136
Figura N° 125 Modelo 2D con PTV-Vissim.	137
Figura N° 126 Modelo 3D con PTV-Vissim.	137
Figura N° 127 Modelo 3D con PTV-Vissim.	138
Figura N° 128 Asignación de nuevos volúmenes vehiculares.	139
Figura N° 129 Modelo 3D con PTV-Vissim.	139
Figura N° 130 Nivel de Servicio de la intersección.	140
Figura N° 131 Link Acceso Sur.	141
Figura N° 132 Diagrama espacio-tiempo Acceso Sur.	141
Figura N° 133 Detalles diagrama espacio-tiempo acceso Sur.	142
Figura N° 134 Link acceso Este.	143

Figura N° 135 Diagrama Espacio- tiempo acceso Este.	144
Figura N° 136 Detalles diagrama espacio-tiempo acceso Este.	144
Figura N° 137 Diagrama de velocidades intersección	145
Figura N° 138 Variabilidad velocidades acceso Sur.	145
Figura N° 139 Detalles variabilidad de la velocidad en el acceso Sur.	146
Figura N° 140 Demoras por accesos en la situación actual.	147
Figura N° 141 Nivel de servicio del intercambio vial a desnivel.	148
Figura N° 142 Diagrama espacio-tiempo del acceso Sur del intercambio vial a desnivel.	148
Figura N° 143 Detalles del diagrama espacio-tiempo del acceso Sur del intercambio vial a desnivel.	149
Figura N° 144 Diagrama espacio-tiempo del acceso Este del intercambio vial a desnivel.	150
Figura N° 145 Detalles del diagrama espacio-tiempo del acceso Este del intercambio vial a desnivel.	150
Figura N° 146 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel.	151
Figura N° 147 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel en vista 3D.	151
Figura N° 148 Variabilidad de la velocidad en el acceso Sur del intercambio vial a desnivel.	152
Figura N° 149 Detalles de la variabilidad de la velocidad en el acceso Sur del intercambio vial a desnivel.	152
Figura N° 150 Demoras por acceso en el intercambio vial a desnivel.	153
Figura N° 151 Nivel de Servicio intercambio vial a desnivel futuro.	154
Figura N° 152 Diagrama espacio-tiempo del acceso Sur del intercambio vial a desnivel futuro.	155
Figura N° 153 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel futuro.	156
Figura N° 154 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel visto en 3D.	156
Figura N° 155 Demoras del intercambio vial a desnivel futuro.	157
Figura N° 156 Comparación de diagramas espacio-tiempo para la condición actual y la condición de diseño del acceso Sur.	158
Figura N° 157 Comparación de diagramas espacio-tiempo para la condición de diseño y la condición de planificación del acceso Sur.	159
Figura N° 158 Diagrama de velocidades comparativos condición actual/condición de diseño.	160
Figura N° 159 Diagrama de velocidades comparativos condición de diseño/condición de planificación.	161
Figura N° 160 Comparación de demoras por acceso para los 3 escenarios.	162
Figura N° 161 Comparación demoras por nodos de los 3 accesos.	162

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1 Nivel de servicio para intersecciones semaforizadas.	35
Tabla N° 2 Nivel de servicio para intersecciones no semaforizadas.	36
Tabla N° 3 Criterio del NS para modo automóvil.	82

## SÍMBOLOS Y SIGLAS

<b>ax</b>	: Distancia media en detención
<b>bx_add</b>	: Parte aditiva de la distancia de seguridad
<b>bx_mult</b>	: Parte multiplicativa de la distancia de seguridad
<b>C</b>	: Conteo de tráfico por hora en campo
<b>D</b>	: Densidad (veh/mi/c)
<b>d</b>	: Demora media por regulación
<b>E</b>	: Error estándar en la media
<b>FHWA</b>	: The Federal Highway Administration
<b>FHP</b>	: Factor de hora punta
<b>GEH</b>	: Geoffrey E. Havers
<b>H</b>	: hora
<b>HCM</b>	: Highway Capacity Manual
<b>km</b>	: Kilómetros
<b>MTC</b>	: Ministerio de transporte y comunicaciones
<b>M</b>	: Volumen de tráfico por hora a partir del modelo
<b>m</b>	: Metros
<b>n</b>	: Número de simulaciones realizadas
<b>NS</b>	: Nivel de servicio
<b>O/D</b>	: Matriz origen-destino
<b>s</b>	: Segundos
<b>S</b>	: Desviación estándar
<b>SINAC</b>	: Sistema Nacional de Carreteras
<b>to</b>	: Tiempo inicial
<b>TfL</b>	: Transport of London
<b>U.C.P</b>	: Unidad equivalente de automóviles
<b>VAO</b>	: Vehículos de alta ocupación
<b>veh</b>	: Vehículo
<b>W</b>	: Ancho sección de entrecruzamiento
<b>°</b>	: Grados

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

Las intersecciones viales de gran tránsito son las que tienen sobresaturación de vehículos en sus áreas de conflicto, generando problemas de colas y demoras lo cual se traduce en ineficiencia y coste económico. Este problema de sobresaturación va en aumento a causa del incremento del parque vehicular. Por esto es que la ingeniería de tránsito busca atender esta problemática enfocándose de manera continua en la optimización de operación del flujo vehicular en intersecciones por medio de diseños geométricos de las vialidades, uso de semaforizaciones, rotondas, pasos a desnivel que puedan satisfacer la demanda vehicular en la intersección.

Por tal motivo se han realizado investigaciones relacionadas a este tema, como muestra de ello se tiene la tesis “Estudio y mejora de la funcionalidad del tráfico de la intersección semaforizada de la Av. Charles de Gaulle esquina Av. Los Restauradores, en la ciudad de Santo Domingo Este, Republica Dominicana” (Yan, 2018). Esta tesis tiene como objetivo, a través del análisis del nivel de servicio, proponer 3 escenarios: ampliación de la capacidad física vía y marcas viales; desvío de vehículos a vial secundario y paso a desnivel. Se calculó el nivel de servicio en cada uno de los escenarios, obteniendo niveles de servicios similares entre el primer y tercer casos, decidiendo por el primer caso pues este no demandaría mayores costos en su implementación.

Otra tesis fue “Estudio y mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en Av. Pío XII, Av. Campanar, Calle Vall de la Ballestera y Calle Joaquín Ballester mediante la aplicación del High Capacity Manual 2010” (Aiello, 2017). En esta tesis se proponen un primer escenario (Marcas viales, desvío de vehículos vial secundario, modificación sentido avenida Campanar) y un segundo escenario (intercambio vial y glorieta) eligiendo el primer escenario pues disminuye la situación del bloqueo sin la necesidad de altos costes de ejecución ni perjudicar gravemente el tránsito de los conductores por la intersección. Por otro lado, la segunda alternativa resuelve completamente los conflictos de demora y atascos, si bien, requiere de la ejecución de un paso inferior y la construcción de una glorieta lo cual incrementa en gran medida los costes y supondría un inconveniente para los usuarios.

Como observamos, en ambas tesis se desarrolla la metodología propuesta por el High Capacity Manual (HCM). Dicha metodología usa modelos determinísticos para la obtención de los parámetros de servicio asociados a los distintos modos de transporte, obteniendo así el nivel de servicio de la infraestructura vial, una herramienta opcional a la metodología del HCM es la microsimulación.

El artículo “Traffic Microsimulation Models Assessment- A Case Study of International Land Port of Entry” (Salgado et al., 2016) nos muestra la metodología seguida para el desarrollo de un modelo: Definir el software de simulación de tráfico para el análisis; desarrollar la red de tráfico utilizando el software seleccionado; calibrar y validar la red en base a datos recopilados de varias fuentes.

La investigación “Study on Traffic Flow Characteristics and Simulation Base on the VISSIM” (Zhang et al., 2012) indica qué datos se necesitarán para construir el modelo VISSIM de una intersección semaforizada, esto es la investigación de sitio: el volumen de la hora pico, flujo de tráfico de vehículos motorizados y no motorizados, longitud de cola, fases semaforicas, aceleración vehicular, etc.

Siguiendo con el desarrollo de la modelación, la investigación “Application of traffic microsimulation for evaluating safety performance of urban signalized intersections” (Shahdah et al., 2015) brinda un desarrollo para el cálculo del número de ejecuciones de simulaciones necesarias que requiere el modelo.

El documento titulado “Assessment of Uncontrolled Intersections Through Calibration of VISSIM for Indian Traffic Conditions” (Biswas et al., 2018) brinda la identificación de los parámetros de conducción vehicular que se usan como son los relacionados con el comportamiento del conductor y modelo Wiedmann 74.

Así también encontramos la investigación “A video-based approach to calibrating car-following parameters in VISSIM for urban traffic” (Lu et al., 2016) que nos muestra, una vez definidos los parámetros de calibración, se debe de realizar un análisis de sensibilidad de estos para escoger los parámetros de conducción que tendrán mayor influencia sobre los parámetros de eficiencia. Una vez conocidos estos parámetros de conducción de mayor influencia se busca el valor óptimo, para minimizar la diferencia entre los resultados de la simulación y las observaciones de campo de los parámetros de eficiencia.

Así mismo, en la guía del “The Traffic Modelling Guidelines” (TfL, 2010) nos muestra que se debe de hacer un número máximo de observaciones de manera que se muestre una precisión de  $\pm 10\%$  y GEH (5 y 3 para enlaces importantes).

El artículo “Validation of the calibration methodology of the microsimulation traffic model” (Otković et al., 2020) muestra la validación del modelo luego de la calibración del tiempo medio de viaje, verificando que los valores de los parámetros de conducción obtenidos en la calibración reflejan un nuevo escenario.

Para una visualización de resultados la investigación “A Methodological Framework of Travel Time Distribution Estimation for Urban Signalized Arterial Roads” (Zheng et al., 2017) muestra una serie de escenarios y los tiempos de viaje asociados a estos, visualizando los diagramas espacio-tiempo.

En la tesis “Rediseño y microanálisis de la intersección de los jirones Oquendo, Tacna, Los Incas y Av. La Torre, Puno” (Chura, 2018) nos muestra las diferentes alternativas propuestas a partir del análisis de microsimulación como la implementación de señales de control.

En el Perú, específicamente en Lima Metropolitana, se han realizado diversas obras de infraestructuras viales públicas y privadas como por ejemplo los intercambios viales a desnivel (Habich, Óvalo Higuiereta, 28 de Julio). Como solución al problema del tránsito en las intersecciones viales. Sin embargo, la deficiente implementación y aplicación de éstas genera, por el contrario, problemas de tránsito en las diferentes zonas urbanas.

Como observamos las tesis mencionadas están enfocadas a mejorar el nivel de servicio de las intersecciones urbanas dándonos algún alcance de qué tipo de solución debería darse usando la metodología HCM, así mismo las diversas investigaciones nos dan un alcance de la herramienta opcional microsimulación para el desarrollo de modelos de tránsito.

No existe un análisis de la correcta aplicación de los conceptos del tránsito vehicular e implementación de dichas soluciones. Muestra de esto es la ineficiencia de las distintas infraestructuras viales realizadas en Lima Metropolitana.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las carreteras son de flujo continuo y de velocidades libres; por tanto, manteniendo dicha definición, una intersección entre dos o más carreteras debe ser a desnivel o un intercambio bien diseñado, sin embargo, ¿por qué en el Perú no necesariamente se respetan estas condiciones? Un ejemplo claro es la intersección entre las vías Panamericana Norte y Canta-Callao jerarquizadas como indica la figura N°1 y N°2 como carreteras nacionales o expresas nacionales ubicadas en el departamento de Lima, en el distrito de Los Olivos. Siendo la primera una carretera con mayor flujo vehicular, tanto público como pesado como se muestra en la figura N°3. Como se sabe, la carretera Panamericana Norte, cumple la función vital de conectarse con otras carreteras para el tránsito de mercancías de primera necesidad a Lima Metropolitana y provincias ubicadas al Este de Lima (Carretera Central).

La carretera Canta-Callao, definida como carretera, no funciona como fue proyectada ya que tiene características de una vía arterial con intersecciones adyacentes que hacen que el flujo sea discontinuo. Sin embargo, maneja un flujo vehicular público y pesado considerable, pero menor que la carretera Panamericana Norte.

Estas características de volumen vehicular y la importancia que estas tienen hacen que dicha intersección deba mantener un flujo continuo, sin embargo, la carretera Canta-Callao al no operar como tal, no tiene la exigencia de mantener velocidades libres. No obstante, la situación actual es una intersección a nivel que se encuentra semaforizada siendo esta área de conflicto una de las tantas a lo largo de la Panamericana Norte, en la cual el flujo es discontinuo generando tráfico e impactos negativos tales como la congestión vehicular y tiempos de viajes largos en dicha intersección.

¿Cómo disminuir los efectos de la congestión en intersecciones de vías expresa y carreteras de categoría nacional?

Vía	Jerarquización
Panamericana Norte(N1)	Carretera Nacional
Canta-Callao(20A)	Carretera Nacional

Figura N° 1 Jerarquización Vial según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Fuente MTC)

Vía	Jerarquización
Panamericana Norte	Expresa Nacional
Canta-Callao	Expresa Nacional

Figura N° 2 Jerarquización Vial según la ordenanza N°341  
(Fuente Ordenanza N°341)

Vía	Vehículos mixtos / día
Carretera Panamericana Norte (N1)	70000
Carretera Canta-Callao(20A)	20000
Interseccion carretera Panamericana Norte/ Canta Callao	90000

Figura N° 3 Vehículos Mixtos por día  
(Fuente propia)

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo general

- Usando los conceptos de la Ingeniería de Tránsito proponer la implementación de un intercambio vial a desnivel evaluando el nivel de servicio, mediante un análisis de microsimulación.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el aforo vehicular, medición de longitudes de cola y velocidades libres en la intersección vial semaforizada.
- Realizar un análisis cuantitativo de los datos obtenidos para determinar el flujograma en la hora punta.
- Creación del modelo actual, del intercambio vial a desnivel y del intercambio vial a desnivel futuro en el software Vissim de PTV group.
- Calibración del modelo (longitudes de colas y volumen vehicular de la intersección).
- Análisis de modelo y discusión de resultados de los 3 escenarios.

### 1.4 HIPÓTESIS

La futura construcción del intercambio vial a desnivel mejorará el nivel del servicio de la carretera Panamericana Norte en la intersección vial semaforizada con la carretera Canta Callao, pasando de un nivel de servicio "D-E" a "A-B", haciendo una correcta modelación microscópica y calibración, aplicando los conceptos de la ingeniería de tránsito.

La futura construcción del intercambio vial a desnivel reducirá las longitudes de cola, demoras y detenciones en la carretera Panamericana Norte.

La futura construcción del intercambio vial a desnivel mejorará el rango de velocidades de operación en la carretera Panamericana Norte.

La futura construcción del intercambio vial a desnivel eliminará los conflictos en la intersección de la carretera Panamericana Norte, intersección carretera Canta-Callao.

## CAPÍTULO II: MARCOS TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

### 2.1 DINÁMICA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

El “problema del transporte” ha sido enfocado desde diversas perspectivas. Manheim (1984) ofrece una en la cual se puede reconocer la importancia del estudio del tráfico como fenómeno físico. El enfoque clásico de Manheim para entender la dinámica del transporte se resume en la figura N°1. (Dextre, 2011, p.13)

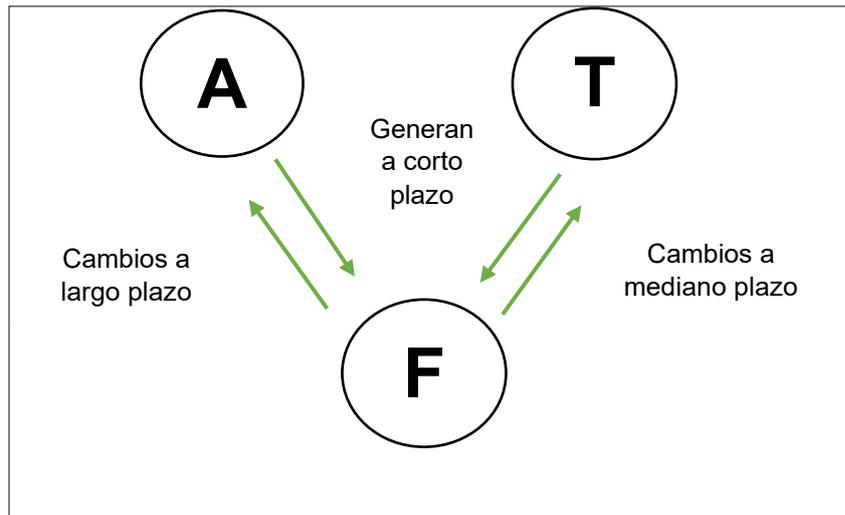


Figura N° 4 Esquema de Manheim.  
(Fuente: Dextre Quijandría)

Donde:

A= sistema de actividades en un área geográfica (país, región, ciudad, comuna, etcétera): residencia, trabajo, estudios, servicios y esparcimiento.

T= sistema de transporte en el área geográfica compuesto por: vías, vehículos, terminales (estaciones, paraderos, estacionamientos) y forma de operar el sistema (sentidos de calles, frecuencia de los buses, etcétera).

F= patrón de viajes en el área, es decir, la cantidad de viajes de personas y cosas: entre distintos pares origen-destino; en diversos medios o modos de transporte (auto, bus, metro, a pie, etcétera); por variadas rutas (conjuntos conexos de vías); y durante diferentes periodos (punta mañana, tarde, fuera de punta, etcétera).

De acuerdo con este enfoque, la interacción entre el sistema de actividades(A) y el sistema de transporte(T) genera, en el corto plazo, un determinado patrón de viajes(F). Según las características de F, se producirán cambios sobre T en un mediano plazo (aumento de frecuencia del transporte público, nuevas conexiones

viales) o sobre A en un plazo más largo (creación de centros comerciales, cambio de lugar de residencia).

El esquema de Manheim de la figura N°1 es un avance para entender la dinámica del problema del transporte, pero se puede detallar un poco más, Según su definición, F puede ser descrito por una matriz origen-destino ( $T_{ij}$ ) por modo y periodo, en la que las celdas son el número de viajes entre zonas de orígenes (i) y zonas destinos(j).

No obstante, la manifestación física de esos viajes es el tránsito o tráfico; es decir, la circulación de personas por el espacio público en diversos modos de transporte. Según la calidad de esa circulación, se generarán impactos sobre los usuarios del sistema-y sobre su entorno- que producirán los cambios de mediano y largo plazo sobre T y A. Consecuentemente, el esquema de Manheim se puede extender como se muestra en la figura N°2. (Dextre, 2011, p.14)

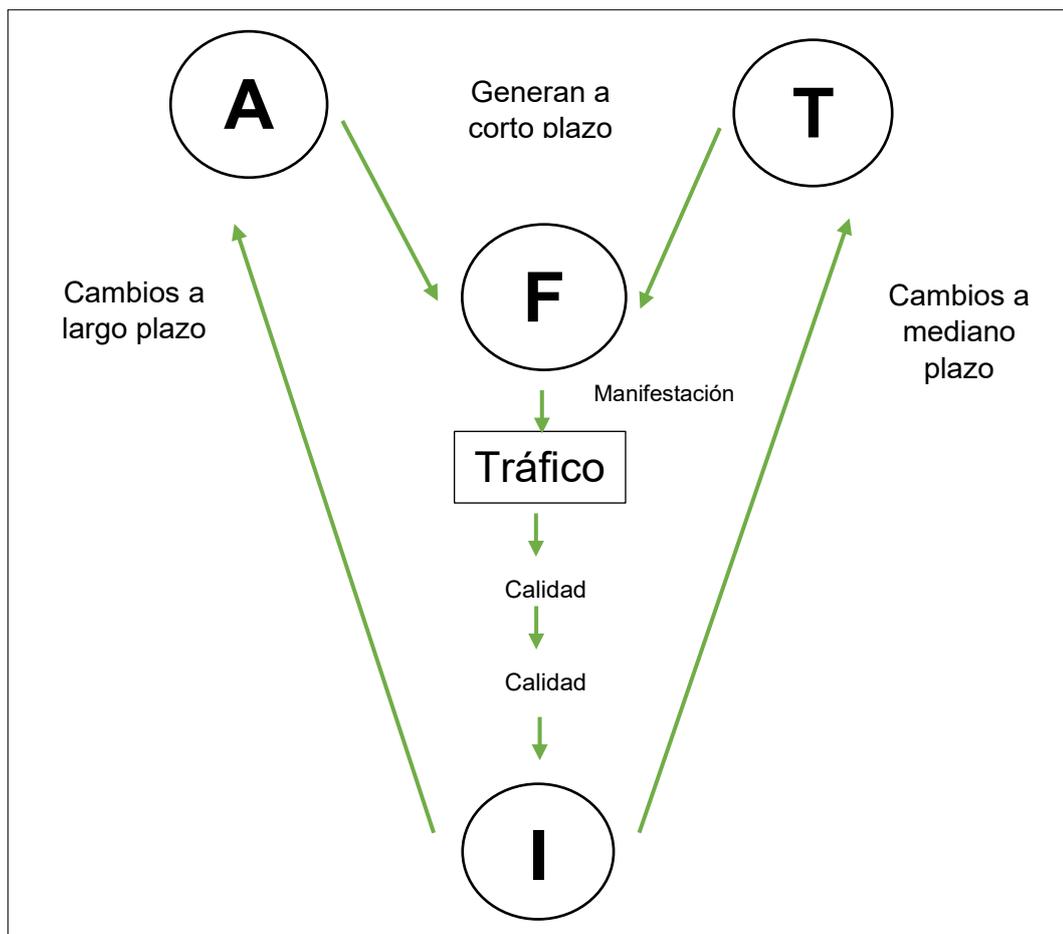


Figura N° 5 Importancia del tráfico en el esquema de transporte.  
(Fuente: Dextre Quijandría)

Donde:

I=Conjunto de impactos derivados del tráfico: congestión (demoras a usuarios, formación de colas y detenciones de vehículos), polución, riesgo, ruido, intrusión visual, etcétera. (Dextre, 2011, p.16)

## 2.2 CONFLICTOS DE TRÁFICO.

Si el tráfico es la circulación de gente por el espacio público, entonces generará interacción entre personas: en algún instante, se encontrarán dos personas que están circulando. Estas interacciones darán origen a “conflictos” durante la circulación. Se producirá un conflicto de tráfico cuando dos o más personas pretendan usar simultáneamente un mismo recurso del sistema de transporte. Se entenderá como recurso del sistema de transporte a una porción de vía, un área dentro de una intersección, un lugar en un terminal o un espacio en el interior de un vehículo. (Dextre, 2011, p.17)

### 2.2.1 Tipos de conflictos.

#### 2.2.1.1 Conflictos Concurrenciales.

Se producen en una misma porción de vía, circulando en la misma dirección, pero con distintas velocidades. Esquemáticamente, se muestran en la figura N°3. El vehículo lleva una velocidad  $v_1 > v_2$ , velocidad del vehículo 2. Por tanto, ambos se encuentran en el punto P en un cierto instante. Las posibilidades de solución de este conflicto son tres:

- El vehículo 1 adelanta al vehículo 2.
- El vehículo 1 ajusta su velocidad a la del vehículo 2.
- Accidente: Ambos vehículos colisionan.

#### 2.2.1.2 Conflictos Direccionales.

Se producen en una misma área de una intersección, debido a las distintas maniobras que realizan los vehículos como se muestra en la figura N°3. Sus soluciones son:

- El vehículo 2 siempre le cede el paso al 1(señal de prioridad).
- El derecho de paso se alterna en el tiempo (Semáforo).
- Accidente: ambos vehículos colisionan.

### 2.2.1.3 Conflictos Funcionales.

Se producen en un mismo lugar de un terminal ya sea formal o informal por distintos objetivos de los vehículos. En la figura N° 3 el vehículo 1 quiere circular y el vehículo 2 detenerse para tomar o dejar pasajeros o carga. Las soluciones son parecidas a la de los conflictos concurrentes:

- El vehículo 1 adelanta al vehículo 2
- El vehículo 1 se detiene tras el vehículo, mientras esta carga y descarga.
- Accidente. Ambos vehículos colisionan

Obviamente, la peor solución a los conflictos es el accidente. Aunque se elimina el conflicto, sus efectos son trágicos (daños y víctimas). Aunque las otras soluciones tienen efectos negativos (demoras, detenciones y colas indeseables no son catastróficos).

La solución a los conflictos requiere una buena regulación. Es decir, bajo qué reglas operará un determinado dispositivo vial. Por ejemplo, que movimiento tendrá prioridad en una intersección o cuanto tiempo de verde se le asignará a cada movimiento. El desarrollo de esta regulación debe ser eficiente y segura. Para ello es necesario estudiar el desarrollo de los conflictos. (Dextre, 2011, p.18)

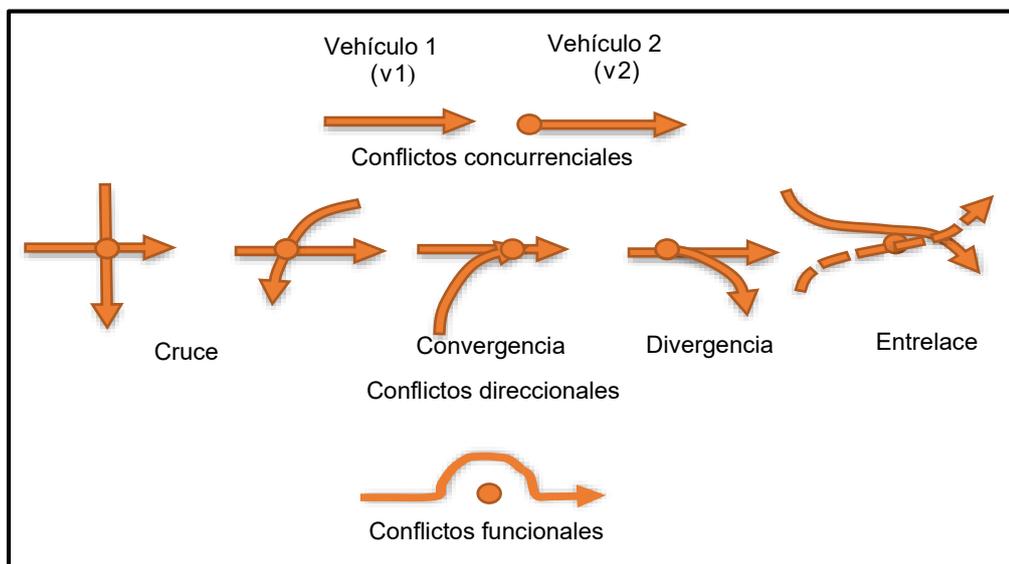


Figura N° 6 Conflictos de tráfico.  
(Fuente: Dextre Quijandría)

## 2.3 MODELOS DE CIRCULACIÓN ININTERRUMPIDA O CONTINUA

Una infraestructura viaria de circulación ininterrumpida no contiene causas fijas que produzcan demoras o interrupciones ajenas a la corriente de tráfico. Las autopistas y autovías, así como los elementos que la componen, operan bajo la forma más pura de circulación ininterrumpida.

No solo no hay interrupciones fijas en el flujo de tráfico, sino que además los accesos están limitados a ramales de entrada localizados. Las vías multicarril y las carreteras de dos carriles podrían operar también en condiciones de circulación ininterrumpida durante largos tramos ubicados entre elementos puntuales en los que sí se estará produciendo una interrupción fija (debida, por ejemplo, a un semáforo). En estas tipologías de carretera resulta necesario examinar estos elementos puntuales fijos donde frecuentemente hay interrupción del tráfico, además de los tramos de circulación ininterrumpida.

### 2.3.1 Modelo de fluido dinámico.

La vía donde se produce la circulación continua no es necesariamente recta. Puede tener curvatura horizontal y vertical; además, las pistas de circulación tienen anchos distintos a cero. Sin embargo, desde un punto de vista que abarque unos kilómetros, se puede representar la circulación a lo largo de un solo eje espacial.

Para "ver" la circulación (movimiento) se requiere, además del eje temporal. Entonces, el tráfico se verificará en una "ventana" espacio-temporal. La figura N° 4 muestra como observar el tráfico de un conjunto de vehículos que circulan a distintas velocidades en un tramo de longitud  $L$  y durante un periodo  $T$ . (Dextre, 2011, p.20)

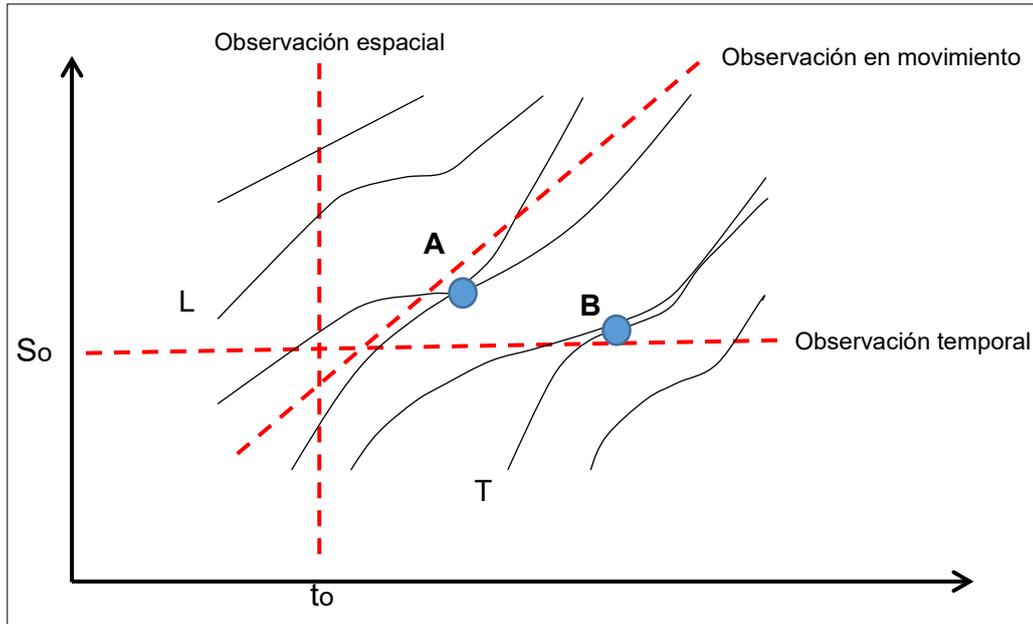


Figura N° 7 Representación de la ventana espacio-tiempo.  
(Fuente: Dextre Quijandría)

Como muestra la figura N° 4 el tráfico se puede observar de 3 puntos de vista:

- Observación temporal: El observador se para en un punto  $S_0$  del tramo y observa lo que ocurre durante un periodo  $T$ .
- Observación espacial: En el instante  $t_0$ , el observador da un vistazo global a todo el tramo  $L$ .
- Observación en movimiento: El observador entra a la corriente vehicular y, circulando a velocidad constante, obtiene información (método del "vehículo flotante" para medir velocidades)

### 2.3.2 Teoría del seguimiento vehicular.

Consiste en una descripción microscópica de cómo se comporta un vehículo al ir tras de otro. El objetivo es que mediante esta descripción se pueda extrapolar el comportamiento macroscópico de toda una corriente de vehículos por una pista. Al igual que los modelos fluidos dinámicos estudia una corriente de tráfico continua y confinada a una pista (sin adelantamiento). Posteriormente desarrollos levantan esta restricción y permiten describir el adelantamiento entre vehículos. (Dextre, 2011, p.35)

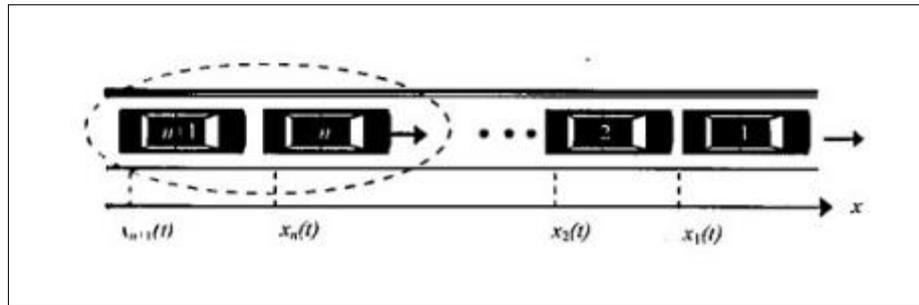


Figura N° 8 Esquema del seguimiento vehicular.  
(Fuente: Dextre Quijandría)

La teoría del seguimiento vehicular describe el comportamiento del vehículo  $n+1$  (sucesor) en función de lo que haga el vehículo  $n$  (predecesor). Asume que existe correlación entre los comportamientos del vehículo predecesor y sucesor cuando el espaciamiento entre ambos es menor a los 100 -125 metros.

### 2.3.3 Modelo de Wiedemann.

Es un modelo microscópico, discreto, estocástico, basado en pasos de tiempo con unidades-vehículo-conductor como entidades únicas. El modelo contiene un algoritmo psicofísico de seguimiento de vehículo para el movimiento longitudinal de vehículos y un algoritmo basado en reglas para los movimientos laterales. El modelo es basado en el trabajo continuado de Wiedemann.

La idea básica del modelo de Wiedemann es la suposición de que un conductor pueden estar en uno de los cuatro modos de conducción como muestra la figura N°6.

#### 2.3.3.1 Conducción libre.

Sin influencia observable de vehículos precedentes. En este modo el conductor busca alcanzar y mantener una cierta velocidad, su velocidad individual deseada. En realidad, la velocidad en conducción libre no puede ser mantenida constante, pero oscila en torno a la velocidad deseada debido al control imperfecto del acelerador.

#### 2.3.3.2 Aproximación.

El proceso de adaptación de la velocidad propia del conductor a la velocidad inferior de un vehículo precedente. Durante la aproximación, un conductor aplica una desaceleración tal que la diferencia de velocidad de los dos vehículos tiende a cero en el momento que él alcanza su distancia de seguridad deseada.

### 2.3.3.3 Seguimiento.

El conductor sigue al vehículo precedente sin una aceleración o desaceleración consiente. Éste mantiene la distancia de seguridad más o menos constante, pero de nuevo, debido al control imperfecto del acelerador y la estimación imperfecta, la diferencia de velocidades oscila en torno a cero.

### 2.3.3.4 Frenado.

La aplicación de una tasa de desaceleración media a alta si la distancia cae por debajo de la distancia de seguridad deseada. Esto puede pasar si el vehículo precedente cambia la velocidad abruptamente, si un tercer vehículo cambia de carril en frente del conductor observado.

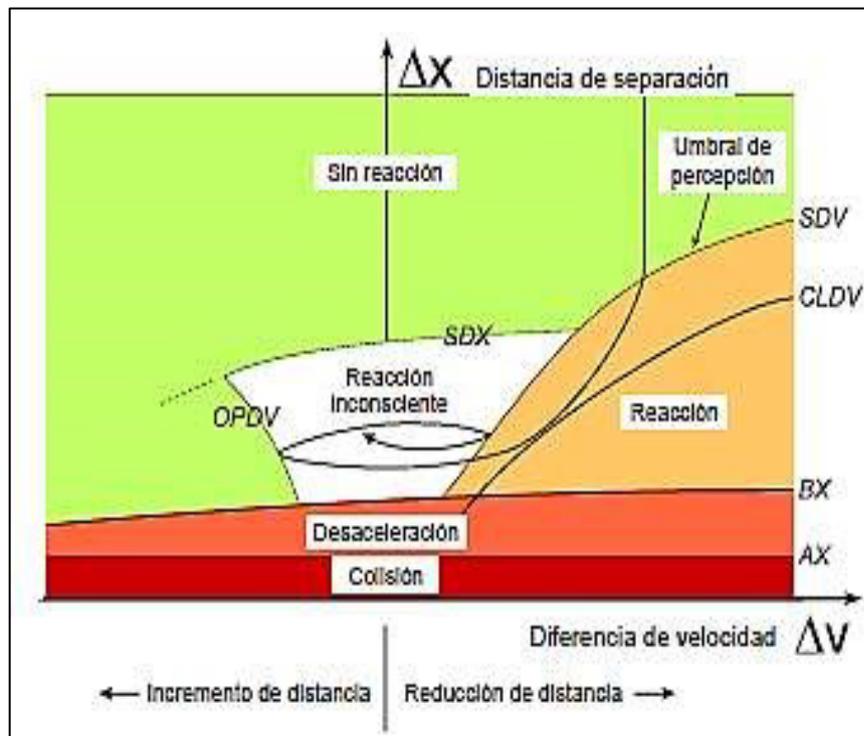


Figura N° 9 Modos de conducción de Wiedemann.  
(Fuente: PTV.VISSIM 9.00 User Manual)

Para cada modo, la aceleración es descrita como un resultado de la velocidad, diferencia de velocidad, distancia y las características individuales del conductor y el vehículo. El conductor alterna de un modo a otro tan pronto como éste alcanza un cierto umbral que puede ser expresado como una combinación de diferencia de velocidad y distancia. Por ejemplo, una diferencia pequeña de velocidad puede solo ser realizada en distancias pequeñas, mientras que las grandes diferencias

de velocidades fuerzan a los conductores en aproximación a reaccionar más temprano. La habilidad para percibir las diferencias de velocidad y para estimar las distancias varía entre la población de conductores, así como las velocidades deseadas y las distancias de seguridad.

Debido a la combinación de los aspectos psicológicos y las restricciones fisiológicas de la percepción del conductor, el algoritmo es llamado modelo psicofísico de seguimiento vehículo. (PTV AG, 2012)

#### 2.4 Circulación Interrumpida.

Una infraestructura viaria de circulación interrumpida presentará causas fijas que provocaran demoras o interrupciones periódicas en la corriente de tráfico, como pueden ser la existencia de semáforos o "PARE". Las vías urbanas son el ejemplo más común de este tipo de infraestructuras. Los patrones que marcan el flujo de tráfico en una vía de circulación interrumpida son el resultado no solo de las interacciones entre vehículos y de éstos con la geometría de la vía; lo serán también del tipo de regulación empleada en las intersecciones, así como de la frecuencia de puntos de acceso a la vía. Los semáforos, por ejemplo, permiten designar movimientos que han de producirse únicamente durante cierta porción del ciclo semafórico (y, por tanto, durante cierta porción de la hora). Esta regulación origina dos consecuencias significativas. Primera, el tiempo se convierte en un factor que afecta a la circulación porque la vía no está disponible para un uso continuado. Segunda, el patrón del flujo de tráfico es condicionado por el tipo de control o regulación utilizado. Por ejemplo, los semáforos originan grupos de vehículos que viajan juntos a lo largo de la vía, pudiendo existir huecos significativos entre un grupo y el siguiente. Por el contrario, las intersecciones con stop en sus cuatro accesos y las rotondas evacuarán el tráfico más aleatoriamente, creando pequeños huecos en el tráfico corriente debajo de ellas (huecos que no necesariamente tienen porqué ser utilizables o aprovechables). Las agrupaciones de vehículos originadas por los semáforos tienden a disgregarse según se van alejando de la intersección. Hay muchos factores que influyen en la rapidez con la que se disipa un grupo, incluyendo la velocidad de circulación y la cantidad de tráfico que se incorpora o deja la vía en el tramo comprendido entre dos intersecciones con semáforos. Por norma general, separaciones de semáforos superiores a 3 km se consideran suficientes para permitir circulación ininterrumpida en el tramo entre semáforos.

La causa más importante de interrupciones periódicas en el tráfico en una vía de circulación interrumpida será la existencia de semáforos. Estos detendrán periódicamente el flujo circulatorio de un movimiento o de un conjunto de ellos. El movimiento en un conjunto dado de carriles será posible únicamente durante una porción del tiempo total ya que el semáforo prohibirá movimientos durante algunos periodos.

Cuando un semáforo cambia a fase verde, la dinámica con la que una cola de vehículos detenidos reanuda la marcha debe ser considerada. La figura N°7 muestra una cola de vehículos detenidos en un semáforo. Cuando éste cambie a fase verde la fila comenzará a moverse. Los intervalos entre vehículos podrán ser determinados a medida que éstos vayan cruzando la línea de detención de la intersección. El primer intervalo será igual al tiempo transcurrido (en segundos) desde el instante de cambio a fase verde hasta que las ruedas delanteras del primer vehículo traspasen la línea de detención de la intersección. El segundo intervalo correspondería al tiempo transcurrido entre los pasos de los parachoques delanteros (o ruedas delanteras) de los 1° y 2° vehículos por la línea de detención. Y así sucesivamente. (HCM, 2010)

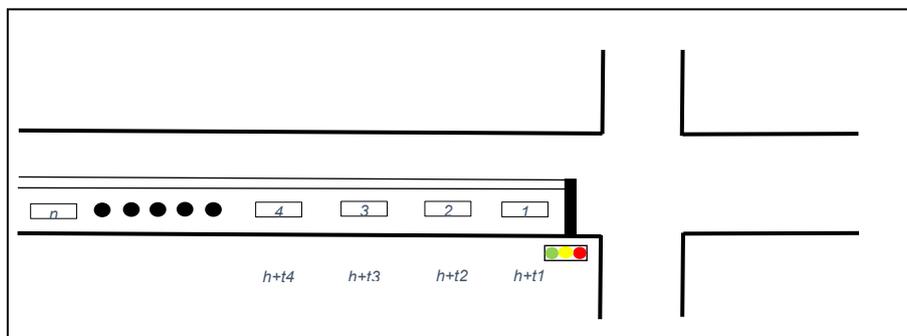


Figura N° 10 Intervalo al reanudarse la marcha en la intersección semaforizada.  
(Fuente: HCM 2010)

## 2.5 MODELIZACIÓN.

Una definición de uso común sería aquella que lo define como la “representación de un sistema que permita el estudio de sus propiedades, y, en algunos casos, la predicción de resultados o consecuencias futuras” sería preciso definirlo como un “procedimiento que utiliza uno o varios algoritmos para producir un conjunto de resultados numéricos que describan la circulación en una infraestructura, para un conjunto de parámetros de partida dados”

### 2.5.1 Categorías de modelos.

- Modelos de simulación macroscópica: Están basados en las relaciones determinísticas (relaciones ciertas o seguras) existentes entre intensidad, velocidad y densidad de una corriente de tráfico.
- Modelos de simulación microscópica: simulan el movimiento de cada vehículo individual tomando como base las teorías de comportamiento de un vehículo individual dentro de una corriente de tráfico y las teorías de cambio de carril.
- Modelos mesoscópicos: combinan las propiedades de los modelos macroscópicos y microscópicos.

### 2.5.2 Modelos estocásticos y determinísticos.

Un modelo determinista no estará sujeto a aleatoriedad. Cada ejecución del modelo producirá los mismos resultados. Si las premisas no son verdaderas o algunos de los atributos del modelo no se conocen con certeza, el modelo se denominará estocástico. Para representar aquellos atributos del modelo que no se conoce con certeza se utilizarán variables aleatorias. La descripción de cómo se seleccionan estos valores aleatorios para obtener muestras de valores de los parámetros de interés (por ejemplo, para obtener su función de distribución acumulativa) puede obtenerse de varios y diferentes resultados en el modelo. Por eso, los resultados obtenidos de una herramienta de simulación basada en un modelo estocástico no pueden ser predichos con certeza antes de comenzar el análisis. Los modelos estocásticos ayudan al analista a incorporar variabilidad y probabilidad en los análisis.

### 2.5.3 Modelos de flujos estáticos y dinámicos

Los términos flujos estáticos y flujos variables en el tiempo describen las características temporales de los flujos de tráfico en los modelos de simulación. Básicamente distinguen entre los modelos que utilizan intensidades constantes en un periodo de tiempo dado y los que utilizan intensidades variables en el tiempo. Esta diferenciación no debe confundirnos respecto a si el modelo puede representar internamente variaciones temporales en el flujo debido a eventos simulados (como por ejemplo incidentes, semáforos, sistemas de control de accesos, o el cierre de carriles VAO). La diferencia está en el tipo de input de flujo de tráfico que pueden ser especificados en uno y otro modelo.

En el caso de modelos estáticos, los flujos de tráfico son proporcionados solo una vez, como un conjunto de constantes. La herramienta podrá variar los periodos individuales estocásticamente, pero las intensidades serán fijas. Dicho de otro modo, la matriz origen-destino (O/D) será fija y no experimentará ningún cambio a lo largo de toda la duración del análisis.

En el caso de flujos variables en el tiempo, la intensidad podrá cambiar con el tiempo. Podrán especificarse más de un conjunto de intensidades, por lo que la matriz O/D será dinámica. Esta flexibilidad resulta particularmente útil cuando se necesite examinar “oleadas” importantes de tráfico, como las que pueden producirse cuando finalizan eventos especiales o en aquellos periodos punta en los que existan variaciones pronunciadas de tráfico en una zona. (HCM, 2010)

## 2.6 FUNDAMENTOS DE LA MICROSIMULACIÓN.

La microsimulación tiene parámetros que controlan los resultados obtenidos en los distintos softwares como Vissim. Vissim, por ejemplo, maneja parámetros como el warm-up y semilla de aleatoriedad que son conceptos básicos para entender el proceso de modelación y simulación.

### 2.6.1 Warm-up.

Una simulación siempre comienza con una red vacía. Por tanto, el warm-up o períodos de calentamiento deben ser incluidos con el fin de obtener resultados realistas. Estudios realizados por FHWA (The Federal Highway Administration) obtuvieron el periodo de calentamiento para los modelos realizados como mínimo 10 minutos de simulación, este tiempo varía dependiendo el tamaño de la red.

### 2.6.2 Interacción de vehículos.

La interacción de los vehículos es una característica esencial de los modelos microsimulación, lo cual se analiza por los modelos de seguimiento vehicular y cambio de carril.

Por ejemplo, Vissim maneja el concepto de cambio de carril como se detalla a continuación:

- Cambio de carril necesario (con el fin de alcanzar el conector siguiente de una ruta)
- Cambio de carril libre (por más espacio / mayor velocidad)

En ambos casos, cuando un conductor intenta cambiar de carril, el primer paso es buscar una brecha de tiempo aceptable (separación) en el flujo de destino. El tamaño de la brecha depende de la velocidad tanto de quien cambia de carril como del vehículo que "se aproxima desde atrás" (en el carril a ocupar por quien cambia de carril). (PTV AG, 2012)

### 2.6.3 Semilla de aleatoriedad.

Este parámetro genera números aleatorios. Las simulaciones con archivos de entrada y semillas de aleatoriedad idénticas generan idénticos resultados.

Utilizando una semilla de aleatoriedad diferente se cambia el arribo del tráfico y así los resultados pueden cambiar. De esta manera, la variación estocástica de los tiempos de arribo de los flujos de entrada puede ser simulada. (PTV AG, 2012)

### 2.6.4 Número de corridas.

Los resultados obtenidos en el modelo microscópico dependerán del valor semilla asignado. A partir de diferentes números semilla en el análisis de la microsimulación, se obtendrán resultados generalmente cercanos a la medida del total de corridas. No obstante, cada evaluación se diferenciará una de otra. Por ello, para hacer válidos los resultados obtenidos, se deberán analizar cuántas corridas serán necesarias por medio de un análisis estadístico.

Estadísticamente, el error en la media puede estimarse como:

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

E=error estándar de la media.

S=Desviación estándar del conjunto de simulaciones para un parámetro determinado.

n= número de simulaciones realizadas.

Los límites de confianza se expresan como valores de error estándar respecto al valor medio. Es habitual utilizar valores del 95% para este objetivo. (HCM, 2010)

### 2.6.5 Calibración.

Calibración es el proceso en el cual los diversos parámetros del modelo de simulación se ajustan hasta que el modelo representa con precisión las condiciones de campo. Los parámetros que afectan al comportamiento de la red son:

- Parámetros del comportamiento de conducción.
- Distribuciones de velocidad.
- Flujo vehicular.
- Distribuciones de aceleración/desaceleración

### 2.7 NIVEL DE SERVICIO.

Los niveles de servicio (NS) son una clasificación cuantitativa de las medidas y parámetros de circulación que caracterizan la calidad de servicio. Aquellos parámetros de circulación elegidos-de entre todos los definidos- para establecer el NS de un elemento viario se denominarán parámetros de servicio. El HCM establece 6 niveles de servicio-comprendidos desde NS A hasta NS F-para evaluar cada parámetro de servicio o para evaluar el resultado de un modelo matemático basado en múltiples parámetros de circulación. NS A representa las mejores condiciones de circulación posibles-desde la perspectiva del usuario- y NS F, las peores. Por motivos de coste económico, impacto ambiental y otras razones, una vía no se diseña normalmente para funcionar bajo NS A durante los periodos de mayor demanda, sino más bien para un nivel inferior que refleje un término medio entre los deseos individuales de los usuarios y los intereses de la sociedad y sus recursos financieros. No obstante, durante aquellos periodos del día que represente una baja demanda, podrá circularse por la infraestructura con un NS A. (HCM, 2010)

Tabla N° 1 Nivel de servicio para intersecciones semaforizadas.  
(Fuente: HCM 2010)

Nivel de Servicio	Demora por vehículo
A	≤ 10
B	> 10-20
C	> 20-35
D	> 35-55
E	> 55-80
F	> 80

### 2.7.1 Uso del nivel de servicio.

Los niveles de servicio son utilizados para traducir los resultados de modelos numéricos complejos a un sistema simple de clasificación de la A a la F que represente la percepción que tienen los usuarios acerca de la calidad de servicio proporcionado por una infraestructura o servicio de transporte por carretera. Estos resultados A-F resumen gran parte de la complejidad que caracteriza a la circulación. Con esto se pretende simplificar la toma de decisiones en relación a si las condiciones de circulación en una infraestructura resultan aceptables o inaceptables, o sobre la probabilidad de que una actuación en ella sea percibida de una forma significativa y generalizada por parte de sus usuarios. La nomenclatura "NS" proporciona un conjunto de definiciones comunes que ingenieros y planificadores pueden utilizar para describir las condiciones de circulación. No obstante, la decisión de elegir el NS apropiado para un determinado tramo viario corresponderá al titular de la infraestructura o al organismo responsable de un servicio de transporte público determinado. Una razón para la adopción generalizada del concepto de nivel de servicio es la sencillez para transmitir- a aquellas personas encargadas de la toma de decisiones que no seas técnicos- cómo funciona una infraestructura. (HCM, 2010)

Tabla N° 2 Nivel de servicio para intersecciones no semaforizadas.  
(Fuente: HCM 2010)

Nivel de Servicio	Demora por vehículo
A	0-10
B	> 10-15
C	> 15-25
D	> 25-35
E	> 35-50
F	> 50

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO

### 3.1 INTRODUCCIÓN.

Esta investigación busca hacer énfasis en la correcta implementación de una infraestructura vial como solución al problema del tránsito generado en la intersección vial de la Panamericana Norte y Canta-Callao basándose en la jerarquización que éstas tienen y los conceptos correctos de la Ingeniería de Tránsito.

### 3.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO.

1. Se procederá a contar el número de vehículos por tipología (autos, camionetas, buses, camiones y combis) y dirección por intervalos de tiempos de 15 minutos comenzando a las 7am hasta las 10 pm. También se procesaron las ubicaciones de los puntos inicial y final de las colas. Así mismo se proyectaron dos puntos con distancias conocidas y se midió el tiempo de demora de cada vehículo por dichos puntos, para así calcular la velocidad libre.

2. Usando los valores de unidades de conversión patrón (UCP) por hora calculamos la hora punta mañana, tarde y noche obteniendo la hora más crítica con su respectivo flujo y composición vehicular (porcentaje de vehículos).

3. Con las características geométricas actuales, el flujograma de la hora punta y las velocidades libres se procederá a hacer el modelo de la intersección semaforizada en el software Vissim.

4. Se procederá a hacer la calibración de las longitudes de cola mediante la variación de los parámetros del modelo de conducción vehicular (Wiedemann) y el volumen vehicular variando los valores semilla. Todos estos datos fueron obtenidos luego de la simulación en Vissim.

5. Se procederá a hacer la validación del modelo; se evaluará el comportamiento vehicular para una nueva data de entrada. Una vez ingresados los datos se asignan los mismos parámetros de comportamiento del conductor que se hallaron en el proceso de calibración. Así también se verifica mediante un análisis estadístico (Prueba no paramétrica con Randomization test) si el modelo posee un comportamiento semejante a la realidad.

6. Se modelará en el software Vissim el intercambio vial a desnivel utilizando sus características geométricas y también se modelará el intercambio vial a desnivel futuro.

7. Análisis del modelo simulado y discusión de resultados de los 3 escenarios.

### 3.3 INFORMACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO.

#### 3.3.1 Área de estudio.

El área de estudio se encuentra ubicada entre la carretera Panamericana Norte y la carretera Canta-Callao, en el distrito de Los Olivos, provincia y departamento de Lima.



Figura N° 11 Área de estudio.  
(Fuente Google Earth)

#### 3.3.2 Diagnóstico del área de estudio.

##### 3.3.2.1 Contexto urbano.

El entorno urbano de la zona es principalmente comercial y residencial. Su entorno vial directo está conformado por dos vías principales que son la carretera Panamericana Norte y la Carretera Canta-Callao como vías expresas de mayor tránsito.

- Eje de Panamericana Norte: La Carretera Panamericana Norte, en la intersección con la Carretera Canta Callao, presenta en sus zonas aledañas, actividades residenciales de sectores medios, que se complementan con pequeños negocios, tiendas, restaurantes, colegios.

De igual forma se presentan actividades industriales de pequeñas y medianas empresas, consolidadas y dinámicas funcionando en el área industrial.



Figura N° 12 Vista del área de estudio.  
(Fuente propia)

- Eje de Canta-Callao: El uso de esta vía en el tramo entre la Carretera Panamericana Norte y la Av. Metropolitana, es de uso residencial y comercial; se han localizado un grifo, un restaurante, un lubricentro, predios de uso residencial y predios de uso industrial.



Figura N° 13 Vista del área de estudio.  
(Fuente propia)

### 3.3.2.2 Tránsito vehicular.

El tránsito vehicular existente se puede dividir en dos grandes rubros, el privado (particular y pesado) y público.

- Transporte particular: conformado por automóviles.
- Transporte público regular de pasajeros: buses y combis.
- Transporte pesado: de carga pesada como camiones.



Figura N° 14 Vista del tránsito vehicular en la carretera Panamericana.  
(Fuente propia)



Figura N° 15 Vista del tránsito vehicular en la carretera Canta-Callao.  
(Fuente propia)

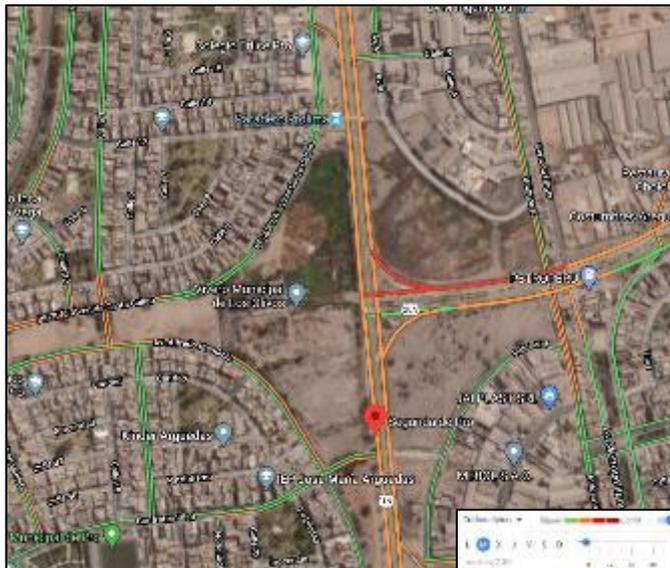


Figura N° 16 Tránsito para día típico 7:30 am.  
(Fuente Google earth)

### 3.3.2.3 Infraestructura vial.

La sección transversal de la Carretera Panamericana Norte está conformada por lo general por vereda, calzada, separador central, calzada y vereda.

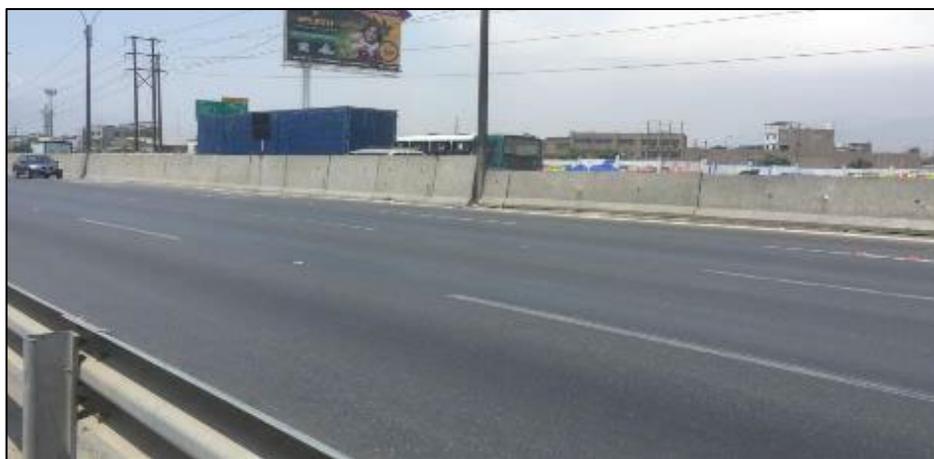


Figura N° 17 Vista de la carretera Panamericana acceso Norte  
(Fuente propia)



Figura N° 18 Vista de la carretera Panamericana acceso Sur.  
(Fuente propia)

Además, se presentan las siguientes características físicas y operacionales:

- Tipo de pavimento: Flexible y en regular conservación.
- N° de Carriles: 03 carriles por sentido de circulación.
- Tipo de vereda: Rígido y en regular estado de conservación.
- Sentido de tránsito: S-N / N-S.
- Tipo de transporte: Mixto.
- Tipo de vía: Expresa, según Ordenanza N° 341-MML.
- Señalización de la calzada: Regular estado de conservación.



Figura N° 19 Sección transversal de la carretera Panamericana.  
(Fuente propia)

La sección de la Carretera Canta-Callao está conformada por lo general por tierra, calzada, separador central, calzada y tierra.



Figura N° 20 Vista de la carretera Canta Callao.  
(Fuente propia)

Así mismo presenta las siguientes características física y operacionales:

- Tipo de pavimento: Flexible y en regular estado.
- N° de Carriles: 03 carriles por sentido de circulación.
- Tipo de vereda: Carece de vereda.
- Sentido de tránsito: E-O / O-E.
- Tipo de transporte: Mixto
- Tipo de vía: Expresa, según Ordenanza N° 341-MML.
- Señalización de la calzada: Regular estado de conservación.



Figura N° 21 Sección transversal de la carretera Canta-Callao.  
(Fuente propia)

#### 3.3.2.4 Mobiliario urbano.

El cruce de la Carretera Panamericana con la Carretera Canta-Callao presenta semáforos vehiculares y peatonales tipo pedestal y bandera. Poseen luces led's y un controlador adosado a los postes. Se encuentran en buen estado de conservación, su ciclo actual es de 107 segundos, distribuido en tres fases como muestra la Figura N° 17.

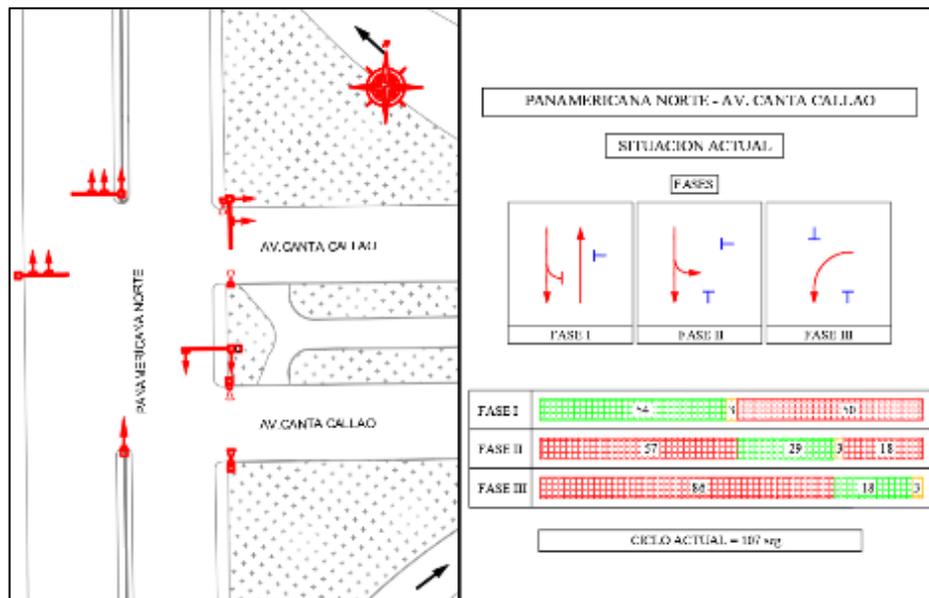


Figura N° 22 Diagrama de Fases y ciclo semafórico.  
 (Fuente propia)



Figura N° 23 Vista de los semáforos Panamericana acceso Norte.  
 (Fuente propia)



Figura N° 24 Vista semáforo exclusivo para giro hacia Canta-Callao.  
(Fuente propia)



Figura N° 25 Vista de los semáforos Panamericana acceso Sur.  
(Fuente propia)



Figura N° 26 Vista de los semáforos Canta -Callao.  
(Fuente propia)

A parte de los semáforos vehiculares descritos, las vías que influyen al proyecto cuentan con postes de alumbrado público, de tendido eléctrico, de teléfono,

señales de localización, avisos publicitarios, señales verticales, puentes peatonales entre otros.



Figura N° 27 Vista señal informativa de destino.  
(Fuente propia)



Figura N° 28 Vista postes de alumbrado público.  
(Fuente propia)



Figura N° 29 Vista avisos publicitarios.  
(Fuente propia)



Figura N° 30 Vista tendido eléctrico.  
(Fuente propia)



Figura N° 31 Vista señal restrictiva.  
(Fuente propia).



Figura N° 32 Vista señal restrictiva.  
(Fuente propia).



Figura N° 33 Vista señal restrictiva.  
(Fuente propia)

### 3.4 TOMA DE DATOS.

#### 3.4.1 Área de influencia de la intersección.

El acceso Canta-Callao cuenta con intersecciones adyacentes. La más cercana está entre la carretera Canta-Callao con la Av. Industrial y la otra, está entre la carretera Canta-Callao con la Av. Gerardo Unger, debido a que estas dos intersecciones están muy cercanas a nuestra intersección de estudio es que éstas tienen una influencia con respecto al arribo del flujo vehicular y para una correcta simulación del modelo debemos considerarlas.

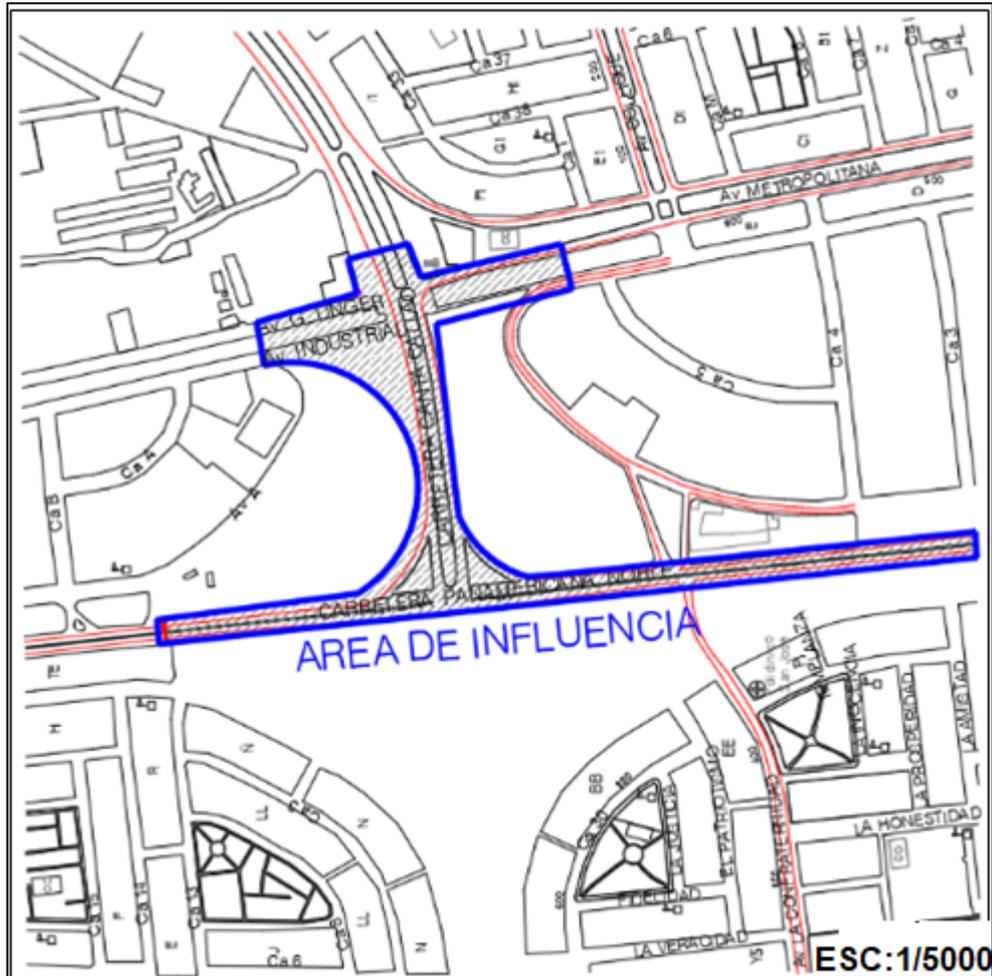


Figura N° 34 Área de influencia intersección Panamericana/Canta Callao.  
(Fuente propia)

### 3.4.2 Velocidad y Longitud de cola.

#### 3.4.2.1 Velocidad.

Se midieron las velocidades para cada acceso (Norte, Sur y Este) y por cada tipo de vehículo (autos, camionetas, buses, camiones y combis). Para esto por cada acceso se colocaron 2 puntos de control de distancia conocida para luego medir los tiempos entre dichos puntos. Con dichos datos calculamos la velocidad libre por accesos y tipología vehicular.



Figura N° 35 Ubicación de puntos para la medición de tiempos y distancias.  
(Fuente propia)

Cuadro N° 1 Distancias entre puntos de control.

ACCESO NORTE	X	Y	ACCESO SUR	X	Y	ACCESO ESTE	X	Y
11°55'47.2"S 77°04'21.4"W	274274	8680367	56°02.2'S 77°04'19.3	274341	8679907	11°55'48.7"S 77°04'11.6"W	274571	8680323
11°55'41.8"S 77°04'21.7"W	274264	8680533	55°57.9"S 77°04'19.7	274328	8680039	11°55'49.2"S 77°04'16.3"W	274429	8680307
<b>Distancia Libre</b>	166		<b>Distancia Libre</b>	133		<b>Distancia Libre</b>	143	

(Elaboración propia)

Cuadro N° 2 Tiempos entre puntos de control por tipología.

TIEMPOS LIBRES													
ACCESO NORTE					ACCESO SUR				ACCESO ESTE				
AUTOS	CAMIONETA	BUS	CAMION	COMBI	AUTOS	CAMIONETA	CAMION	COMBI	AUTOS	CAMIONETA	BUS	CAMION	COMBI
6.2	8.1	9.4	9.1	9.3	6.2	6.3	7.7	7	8	6	12	10	8
6.3	6.2	9.3	10.2	8.1	7.1	5	7.6	7.5	9	7	13	7	8
11.1	8.2	9.2	11.2	10.5	6.1	6.2	7.9	7.7	7	8	8	9	8
9.2	7.2	10.1	10	9.2	8.1	7	7	7.8	7	7	9	10	9
10.2	7.1	9.1	10.1	10.1	7.2	6.1	6.8	7.9	7	9	8	6	9
7.1	8.3	10.2	9.1	9.2	6.3	7	8.5	8	7	9	10	9	7
10.1	8.2	8.1	10.2	8.1	6.2	6.2	8.7	8.1	8	8	11	9	8
8.2	8.1	10.2	9.4	10.1	8.4	7.5	8	8.3	8	10	10	8	7
8.1	7.2	9.2	10.2	9.1	7.3	6.2	8.2	8	6	8	9	7	8
9.2	7.3	10.1	9.2	10.2	6.5	7.5	8.4	7.5	8	9	8	9	8

(Elaboración propia)

Con dichos datos y haciendo un análisis estadístico se calcularon las velocidades libres por tipología vehicular.

Cuadro N° 3 Velocidades libres por tipología vehicular

VELOCIDADES LIBRES														
ACCESO NORTE					ACCESO SUR					ACCESO ESTE				
AUTOS	CAMIONETA	BUSES	CAMIONES	COMBIS	AUTOS	CAMIONETA	BUSES	CAMIONES	COMBIS	AUTOS	CAMIONETA	BUSES	CAMIONES	COMBIS
96	74	64	66	64	77	76	60	62	68	63	86	43	51	64
95	96	64	59	74	67	96	62	63	64	56	74	40	74	64
54	73	65	53	57	78	77	63	61	62	72	64	64	57	64
65	83	59	60	65	59	68	64	68	61	74	74	57	51	57
59	84	66	59	59	67	78	74	70	61	74	57	64	86	57
84	72	59	66	65	76	68	59	56	60	74	57	51	57	74
59	73	74	59	74	77	77	58	55	59	64	64	47	57	64
73	74	59	64	59	57	64	65	60	58	64	51	51	64	74
74	83	65	59	66	66	77	66	58	60	86	64	57	74	64
65	82	59	65	59	74	64	68	57	64	64	57	64	57	64

(Elaboración propia)

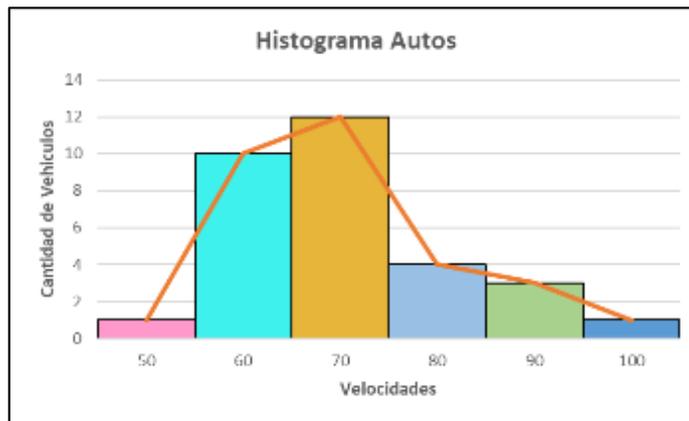


Figura N° 36 Histograma de velocidades autos.  
(Fuente propia)

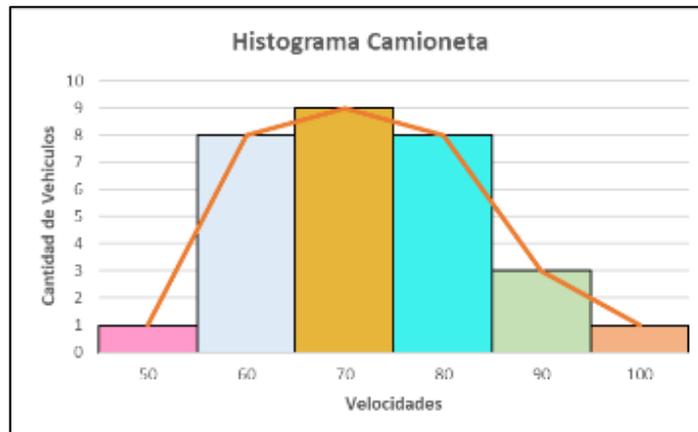


Figura N° 37 Histograma de velocidades camionetas.  
(Fuente propia)

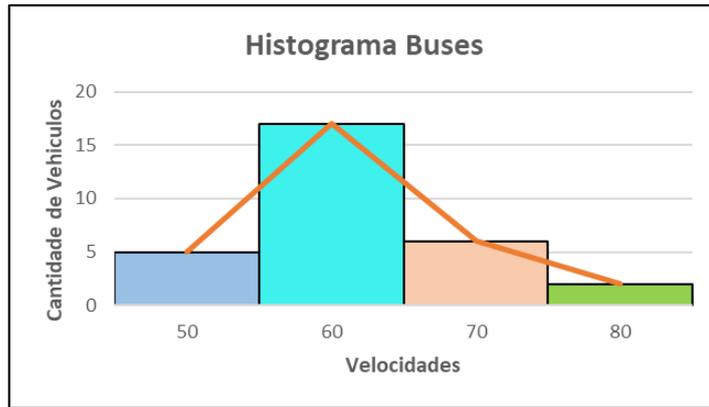


Figura N° 38 Histograma de velocidades buses.  
(Fuente propia)

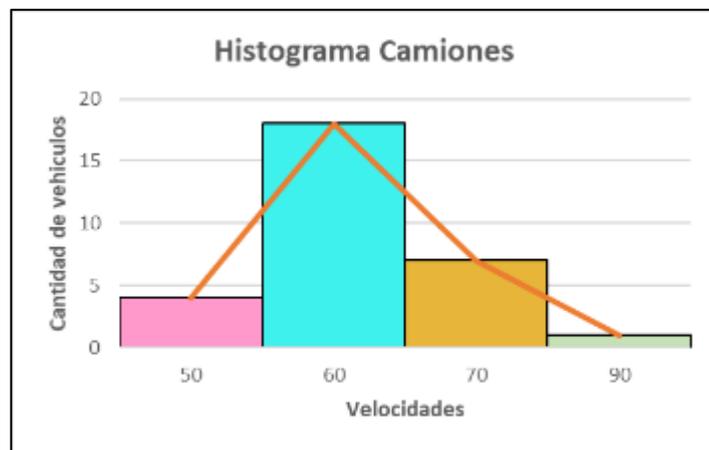


Figura N° 39 Histogramas de velocidades camiones.  
(Fuente propia)

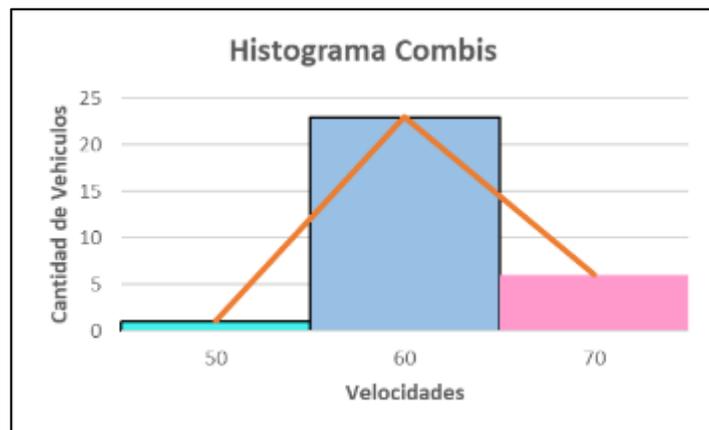


Figura N° 40 Histograma de velocidades combis.  
(Fuente propia)

Así tenemos para cada acceso las velocidades libres por tipología que usaremos para el modelo.

Cuadro N° 4 Velocidades libres

ACCESO NORTE					ACCESO SUR					ACCESO ESTE				
AUTOS	AMIONET	BUSES	CAMIONET	COMBIS	AUTOS	CAMIONETA	BUSES	CAMIONES	COMBIS	AUTOS	AMIONET	BUSES	CAMIONES	COMBIS
70	70	60	60	60	70	70	60	60	60	70	70	60	60	60

(Elaboración propia)

### 3.4.2.2 Longitud de cola.

Se midieron las longitudes de cola tanto del acceso Norte, Sur y Este, dichas colas se midieron durante la hora punta.



Figura N° 41 Vista puntos iniciales de longitudes de cola.  
(Fuente propia)

- Longitud de cola acceso Norte



Figura N° 42 Vista de la cola formada en el acceso Norte.  
(Fuente propia)

Cuadro N° 5 Longitudes de cola acceso Norte.

CICLOS	ACCESO NORTE						Longitud de Cola(m)
	Punto inicial donde se encuentra el semaforo de vuelta	Punto Final	x	y	x	y	
C1	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.5"S,77°04'20.5"W	274308	8680263	274301	8680327	64 m
C2	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.4"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680330	67 m
C3	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.2"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274308	8680305	42 m
C4	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.4"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680299	36 m
C5	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.4"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680330	67 m
C6	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.2"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680336	73 m
C7	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.5"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680327	64 m
C8	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.9"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680315	52 m
C9	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.3"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680302	39 m
C10	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.1"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680309	46 m
C11	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.7"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680321	58 m
C12	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.4"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680330	67 m
C13	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.3"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680333	70 m
C14	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.5"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680296	33 m
C15	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.8"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680318	55 m
C16	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.2"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680305	42 m
C17	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.7"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680321	58 m
C18	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.3"S,77°04'20.1"W	274308	8680263	274313	8680302	39 m
C19	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.5"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680284	21 m
C20	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.4"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680299	36 m
C21	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.3"S,77°04'20.1"W	274308	8680263	274313	8680333	70 m
C22	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.9"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680315	52 m
C23	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.9"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680315	52 m
C24	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.5"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680296	33 m
C25	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.2"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680305	42 m
C26	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.2"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680305	42 m
C27	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.3"S,77°04'20.5"W	274308	8680263	274301	8680333	70 m
C28	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'47.5"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680358	95 m
C29	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.7"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680321	58 m
C30	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.3"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680302	39 m
C31	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.3"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680302	39 m
C32	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.4"S,77°04'20.4"W	274308	8680263	274304	8680299	36 m
C33	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.4"S,77°04'20.2"W	274308	8680263	274310	8680299	36 m
C34	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.5"S,77°04'20.0"W	274308	8680263	274316	8680296	34 m
C35	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.7"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680290	27 m
C36	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'48.9"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680315	52 m
C37	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.2"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680305	42 m
C38	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.2"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680305	42 m
C39	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.7"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680290	27 m
C40	11°55'50.6"S,77°04'20.3"W	11°55'49.7"S,77°04'20.3"W	274308	8680263	274307	8680290	27 m

(Elaboración propia)

- Longitud de cola acceso Sur.



Figura N° 43 Vista de la longitud de cola formada en el acceso Sur.

(Fuente propia)  
Cuadro N° 6 Longitudes de cola acceso Sur.

CICLOS	ACCESO SUR						Longitud de Cola
	Punto Inicial donde esta la zebra	Punto Final	x	y	x	y	
C1	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'55.9"S 77°04'19.7"W	274308	8680263	274327	8680100	164m
C2	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.8"S 77°04'20.0"W	274308	8680263	274317	8680164	99m
C3	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.0"S 77°04'19.8"W	274308	8680263	274323	8680158	106m
C4	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'55.3"S 77°04'19.5"W	274308	8680263	274333	8680118	147m
C5	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'56.4"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680084	180m
C6	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'55.8"S 77°04'19.8"W	274308	8680263	274324	8680103	161m
C7	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'56.8"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680072	192m
C8	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'56.9"S 77°04'20.1"W	274308	8680263	274315	8680069	194m
C9	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'56.8"S 77°04'19.8"W	274308	8680263	274324	8680072	192m
C10	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'57.1"S 77°04'19.7"W	274308	8680263	274327	8680063	201m
C11	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'57.6"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680047	217m
C12	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'57.9"S 77°04'19.5"W	274308	8680263	274333	8680038	226m
C13	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'57.8"S 77°04'19.7"W	274308	8680263	274327	8680041	223m
C14	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'55.7"S 77°04'19.9"W	274308	8680263	274321	8680106	158m
C15	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.4"S 77°04'20.0"W	274308	8680263	274317	8680146	117m
C16	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.0"S 77°04'20.1"W	274308	8680263	274314	8680189	74m
C17	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.9"S 77°04'20.1"W	274308	8680263	274314	8680161	102m
C18	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'52.6"S 77°04'20.0"W	274308	8680263	274317	8680201	63m
C19	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'52.4"S 77°04'20.0"W	274308	8680263	274317	8680207	57m
C20	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'51.7"S 77°04'20.4"W	274308	8680263	274305	8680229	34m
C21	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.2"S 77°04'20.2"W	274308	8680263	274311	8680183	80m
C22	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.9"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680130	135m
C23	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.9"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680130	135m
C24	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.9"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680130	135m
C25	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.9"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680130	135m
C26	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.9"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680130	135m
C27	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.9"S 77°04'19.3"W	274308	8680263	274339	8680130	137m
C28	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'52.9"S 77°04'20.4"W	274308	8680263	274305	8680192	71m
C29	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.0"S 77°04'19.9"W	274308	8680263	274320	8680189	75m
C30	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.6"S 77°04'20.2"W	274308	8680263	274311	8680170	93m
C31	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'54.5"S 77°04'19.8"W	274308	8680263	274323	8680143	121m
C32	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.2"S 77°04'19.9"W	274308	8680263	274320	8680183	81m
C33	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.3"S 77°04'20.2"W	274308	8680263	274311	8680179	84m
C34	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'57.0"S 77°04'19.5"W	274308	8680263	274333	8680066	199m
C35	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'56.9"S 77°04'20.3"W	274308	8680263	274309	8680069	194m
C36	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'52.2"S 77°04'20.2"W	274308	8680263	274311	8680213	50m
C37	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'52.2"S 77°04'20.1"W	274308	8680263	274314	8680213	50m
C38	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'56.6"S 77°04'19.7"W	274308	8680263	274327	8680078	186m
C39	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'55.8"S 77°04'19.6"W	274308	8680263	274330	8680103	162m
C40	11°55'50.6"S 77°04'20.3"W	11°55'53.4"S 77°04'19.7"W	274308	8680263	274326	8680177	88m

(Elaboración propia)

- Longitud de cola acceso Este



Figura N° 44 Vista de la longitud de cola formada en el acceso Este.  
(Fuente propia)

Cuadro N° 7 Longitudes de cola acceso Este.

CICLOS	ACCESO ESTE						
	Punto Inicial donde esta la zebra	Punto Final	x	y	x	y	Longitud de Cola
C1	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'15.4"W	274305	8680287	274455	8680297	150 m
C2	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'14.7"W	274305	8680287	274477	8680297	172 m
C3	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'13.9"W	274305	8680287	274501	8680301	196 m
C4	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'14.6"W	274305	8680287	274480	8680298	175 m
C5	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'14.1"W	274305	8680287	274495	8680301	191 m
C6	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.2"S 77°04'13.3"W	274305	8680287	274519	8680307	215 m
C7	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.1"S 77°04'12.6"W	274305	8680287	274540	8680310	236 m
C8	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.1"S 77°04'12.4"W	274305	8680287	274546	8680310	242 m
C9	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.1"S 77°04'12.3"W	274305	8680287	274549	8680310	245 m
C10	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.1"S 77°04'12.4"W	274305	8680287	274546	8680310	242 m
C11	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'12.0"W	274305	8680287	274558	8680304	254 m
C12	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.1"S 77°04'11.8"W	274305	8680287	274564	8680310	260 m
C13	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'48.9"S 77°04'11.0"W	274305	8680287	274589	8680317	286 m
C14	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.0"S 77°04'11.8"W	274305	8680287	274564	8680314	260 m
C15	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.0"S 77°04'11.7"W	274305	8680287	274567	8680314	263 m
C16	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.0"S 77°04'11.7"W	274305	8680287	274567	8680314	263 m
C17	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'12.6"W	274305	8680287	274540	8680304	236 m
C18	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'13.0"W	274305	8680287	274528	8680304	224 m
C19	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'12.8"W	274305	8680287	274534	8680298	229 m
C20	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'12.6"W	274305	8680287	274540	8680301	235 m
C21	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.2"S 77°04'13.0"W	274305	8680287	274528	8680307	224 m
C22	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'13.5"W	274305	8680287	274513	8680301	208 m
C23	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'14.0"W	274305	8680287	274498	8680298	193 m
C24	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'14.3"W	274305	8680287	274489	8680301	185 m
C25	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.2"S 77°04'13.9"W	274305	8680287	274501	8680307	197 m
C26	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'14.0"W	274305	8680287	274498	8680298	193 m
C27	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'14.7"W	274305	8680287	274477	8680297	172 m
C28	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'14.8"W	274305	8680287	274474	8680297	169 m
C29	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'14.0"W	274305	8680287	274498	8680304	194 m
C30	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.2"S 77°04'13.7"W	274305	8680287	274507	8680307	203 m
C31	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'14.8"W	274305	8680287	274474	8680304	170 m
C32	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'14.3"W	274305	8680287	274489	8680304	185 m
C33	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'13.7"W	274305	8680287	274507	8680301	202 m
C34	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.5"S 77°04'15.1"W	274305	8680287	274465	8680297	160 m
C35	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.3"S 77°04'14.0"W	274305	8680287	274498	8680304	194 m
C36	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.2"S 77°04'13.7"W	274305	8680287	274507	8680307	203 m
C37	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.1"S 77°04'14.0"W	274305	8680287	274498	8680310	194 m
C38	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.2"S 77°04'13.9"W	274305	8680287	274501	8680307	197 m
C39	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'14.9"W	274305	8680287	274471	8680301	167 m
C40	11°55'49.8"S 77°04'20.4"W	11°55'49.4"S 77°04'14.9"W	274305	8680287	274471	8680301	167 m

(Elaboración propia)

### 3.4.3 Aforos vehiculares.

El aforo de vehículos se realizó de manera manual. Se registraron los volúmenes, giros y direcciones de los vehículos. Para esto se diseñó un formato de registro vehicular el cual se consideró intervalos de 15 minutos de conteo y se dividió por tipología vehicular de la siguiente manera:

Cuadro N° 8 Clasificación Vehicular

<b>VEHÍCULOS</b>	<b>Automóvil</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas, normalmente hasta de 6 asientos y excepcionalmente hasta 9 asientos.
	<b>Camioneta Pick Up</b>	Vehículo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior, destinada para el transporte de carga liviana y con un peso bruto vehicular que no excede los 4000 kg.
	<b>Camioneta Rural</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas de hasta 16 asientos y cuyo peso bruto vehicular que no excede los 4000 kg.
	<b>Ómnibus</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas de mas de 16 asientos, y cuyo peso bruto vehicular exceda los 4000 kg.
	<b>Camión</b>	Vehículo autopropulsado motorizado destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular igual o mayor a 4000 kg. Puede incluir una carrocería portante.

(Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas)

- Vehículos ligeros



Figura N° 45 Vehículos ligeros en la carretera Panamericana.  
(Fuente propia)

- Camionetas



Figura N° 46 Camionetas en la carretera Panamericana .  
(Fuente propia)

- Combis



Figura N° 47 Combis en la carretera Canta-Callao.  
(Fuente propia)

- Buses



Figura N° 48 Buses en la carretera Canta-Callao.  
(Fuente propia)

- Camiones



Figura N° 49 Camiones en la carretera Panamericana.  
(Fuente propia)

### 3.4.3.1 Estaciones de conteo.

Debido a la influencia de las intersecciones adyacentes a nuestra intersección de estudio, se ubicaron 03 estaciones de conteo dentro del área de influencia. La primera estación en la intersección de las carreteras Panamericana Norte y Canta-Callao(E1), la segunda en la intersección de la carretera Canta-Callao y la Av. Industrial(E2) y la tercera en la intersección de la carretera Canta-Callao y la Av. Unger(E3).

Los aforos manuales se efectuaron de manera continua desde las 7:00 am hasta las 10:00 pm para dos días típicos (martes y miércoles), para luego calcular la hora punta mañana, tarde y noche. Finalmente calculamos el día crítico y periodo crítico.

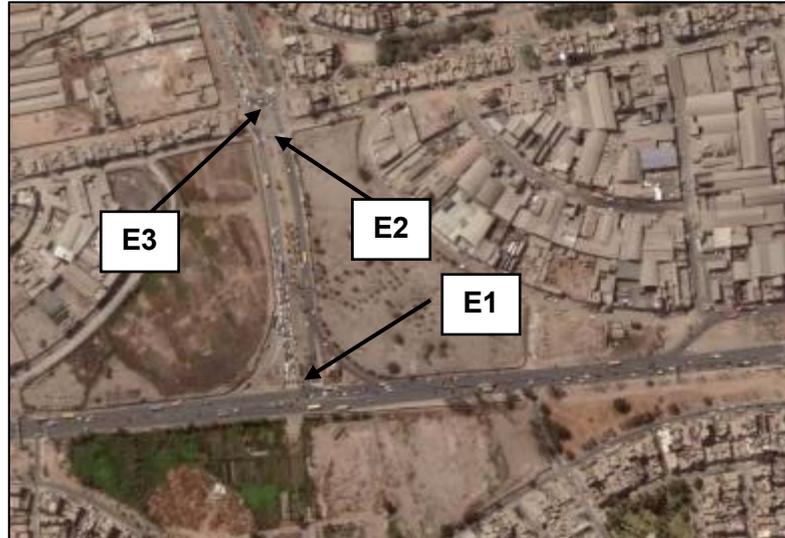


Figura N° 50 Vista estaciones de conteo.  
(Fuente propia)

Donde:

- Estación de conteo E1: Intersección carreteras Panamericana Norte/Canta Callao.
- Estación de conteo E2: Intersección carretera Canta-Callao/Av. Industrial.
- Estación de conteo E3: Intersección carretera Canta-Callao/Av.Unger.

#### 3.4.3.2 Giro y dirección.

El giro y dirección son una forma de ver conflictos direccionales existentes en las intersecciones, pues muestra la interacción entre los vehículos a causa de querer ocupar una misma área en un mismo espacio y tiempo. Esta intersección está operada por semáforos regulando el derecho de paso en el tiempo. A continuación, se muestran los giros y direcciones en las intersecciones aforadas.

- Intersección carreteras Panamericana Norte / Canta-Callao.

En esta intersección a lo largo de la carretera Panamericana Norte observamos conflictos convergentes, divergentes y antes de llegar a la intersección conflictos concurrentes.



Figura N° 51 Dirección de flujos intersección Panamericana/Canta Callao.  
(Fuente propia)

- Intersección carretera Canta-Callao / Av. Industrial y Canta Callao / Av. Unger.

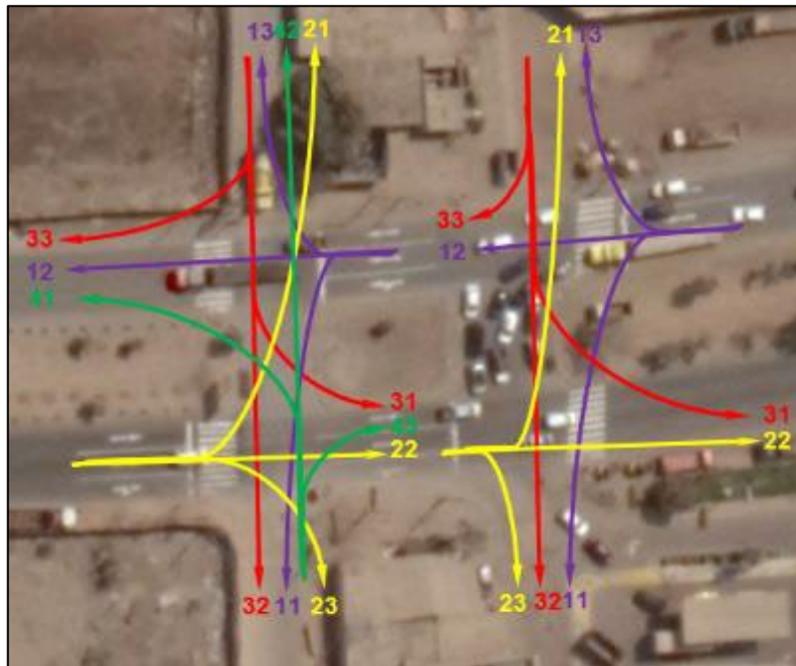


Figura N° 52 Dirección de flujos intersección Canta-Callao / Av. Industrial - Av. Unger.  
(Fuente propia)

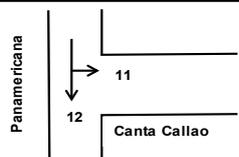
### 3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para el procesamiento de datos se confeccionaron cuadros de campo donde se incluyeron por tipología vehicular y se subdividió la hora en periodos de 15 minutos en los cuales se efectuó el conteo.

Los volúmenes son digitalizados en unas hojas Excel, para verificar la existencia de continuidad de flujo vehicular entre las tres intersecciones comparando los flujos de la carretera Canta-Callao de los 03 flujogramas verificando un error no mayor a 4 %.

Cuadro N° 9 Formato de aforo digital.

HOJA DE CAMPO	
CONTEO VEHICULAR	
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao
DISTRITO	Los Olivos
FECHA	20/11/2019
DIA	Martes
HORA DE INICIO	7:00 a. m.
HORA DE TERMINO	10:00 p.m.
ESTACION	Panamericana Norte



HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11		
07:00 - 07:15	262	22	65	0	21	0	0	0	26	0	22	1	419	419
07:15 - 07:30	242	96	37	0	17	14	0	0	19	0	9	6	440	859
07:30 - 07:45	438	54	34	0	0	26	0	0	24	0	15	6	597	1456
07:45 - 08:00	410	65	36	0	0	11	0	0	22	0	5	4	553	2009
08:00 - 08:15	436	59	33	0	0	6	0	0	9	0	16	3	562	2152
08:15 - 08:30	324	70	67	0	0	9	0	0	6	1	18	4	499	2211
08:30 - 08:45	412	64	74	0	0	5	0	0	5	0	11	1	572	2186
08:45 - 09:00	375	43	71	0	0	5	0	0	13	1	7	3	518	2151
09:00 - 09:15	398	48	56	0	0	7	0	0	4	1	8	2	524	2113
09:15 - 09:30	468	52	75	0	0	12	0	0	8	1	16	3	635	2249
09:30 - 09:45	366	77	65	0	0	8	0	0	3	0	11	6	536	2213
09:45 - 10:00	334	53	60	1	0	15	0	0	2	0	10	9	484	2179
10:00 - 10:15	350	50	50	0	0	9	0	0	5	0	5	3	472	2127
10:15 - 10:30	319	53	65	1	0	9	0	0	0	1	10	8	466	1958
10:30 - 10:45	334	74	50	0	0	10	0	0	2	1	6	5	482	1904
10:45 - 11:00	313	50	58	0	0	10	0	0	3	2	20	2	458	1878
11:00 - 11:15	291	60	44	0	0	7	0	0	3	1	17	3	426	1832
11:15 - 11:30	240	43	48	0	0	9	0	0	0	0	9	4	353	1719
11:30 - 11:45	318	83	41	0	0	15	0	0	1	0	4	10	472	1709
11:45 - 12:00	276	71	47	0	0	10	0	0	1	1	11	6	423	1674
12:00 - 12:15	235	60	35	0	0	14	0	0	3	1	2	4	354	1602
12:15 - 12:30	319	62	57	0	0	7	0	0	5	0	11	3	464	1713
12:30 - 12:45	253	54	45	3	0	19	0	0	3	1	14	5	397	1638
12:45 - 13:00	281	54	56	0	0	11	0	0	5	1	14	3	425	1640
13:00 - 13:15	246	45	7	0	0	2	0	0	0	0	1	2	303	1589
13:15 - 13:30	303	51	25	0	0	0	0	0	2	0	5	4	390	1515
13:30 - 13:45	262	64	32	0	0	0	0	0	5	0	3	5	371	1489
13:45 - 14:00	225	65	18	0	0	0	0	0	0	0	2	3	313	1377
14:00 - 14:15	210	73	68	0	0	10	0	0	5	0	10	2	378	1452
14:15 - 14:30	177	52	35	1	0	4	0	0	9	0	3	1	282	1344
14:30 - 14:45	278	72	58	0	0	11	0	0	5	0	3	1	428	1401
14:45 - 15:00	238	61	53	0	0	7	0	0	1	1	13	7	381	1469
15:00 - 15:15	202	66	39	0	0	13	0	0	0	0	4	0	324	1415
15:15 - 15:30	188	68	34	0	0	11	0	0	0	0	2	7	310	1443
15:30 - 15:45	145	58	27	0	0	9	0	0	3	1	3	4	250	1265
15:45 - 16:00	224	58	40	1	0	9	0	0	0	0	3	5	340	1224
16:00 - 16:15	135	63	34	0	0	11	0	0	0	0	10	5	258	1158
16:15 - 16:30	134	63	39	1	0	7	0	0	2	0	3	3	252	1100
16:30 - 16:45	151	52	48	0	0	7	0	0	4	0	2	1	265	1115
16:45 - 17:00	165	48	39	0	0	6	0	0	4	0	1	1	264	1039
17:00 - 17:15	140	55	54	0	0	16	0	0	1	1	7	4	278	1059
17:15 - 17:30	247	64	43	0	0	7	0	0	3	0	0	5	369	1176
17:30 - 17:45	258	52	66	0	0	10	0	0	9	0	10	0	405	1316
17:45 - 18:00	258	39	49	1	0	6	0	0	5	1	10	5	374	1426
18:00 - 18:15	339	59	66	0	0	3	0	0	9	1	8	4	489	1637
18:15 - 18:30	255	51	63	0	0	6	0	0	10	0	5	3	393	1661
18:30 - 18:45	327	56	76	0	0	5	0	0	10	0	11	1	486	1742
18:45 - 19:00	269	70	58	0	0	9	0	0	14	0	8	7	435	1803
19:00 - 19:15	218	56	35	0	0	8	0	0	0	0	1	2	320	1634
19:15 - 19:30	342	65	61	1	0	6	0	0	9	1	8	6	499	1740
19:30 - 19:45	287	30	46	0	0	4	0	0	11	0	5	3	386	1640
19:45 - 20:00	265	76	61	0	0	5	0	0	9	1	6	2	425	1630
20:00 - 20:15	272	85	80	0	0	6	0	0	10	0	5	3	461	1771
20:15 - 20:30	278	84	40	0	0	7	0	0	5	3	12	2	431	1703
20:30 - 20:45	254	96	32	0	0	7	0	0	13	3	14	2	421	1738
20:45 - 21:00	219	53	39	0	0	9	0	0	13	3	2	0	338	1651
21:00 - 21:15	210	89	42	1	0	11	0	0	3	4	2	0	362	1552
21:15 - 21:30	207	91	27	2	0	3	0	0	7	0	10	3	350	1471
21:30 - 21:45	212	107	35	4	0	2	0	0	2	3	5	2	372	1422
21:45 - 22:00	146	98	25	0	0	4	0	0	0	0	4	2	279	1363

(Elaboración propia)

Una vez corroborada la continuidad del flujo vehicular se procedió a hacer la conversión de vehículos a vehículos ligeros por medio del factor de equivalencia U.C.P.(Factor de vehículos equivalentes).

Cuadro N° 10 Factor de equivalencia UCP.

	FACTOR DE EQUIVALENCIA
AUTOS	1
BUS	3
CAMIONES	2.5
MOTOS	0.33
MOTOTAXIS	0.75
COMBIS	2
CAMIONETA	1

(Fuente: HCM2010)

Se graficó los volúmenes vehiculares para una mejor percepción de la variación del volumen vehicular a lo largo del día como muestra la figura N°50.

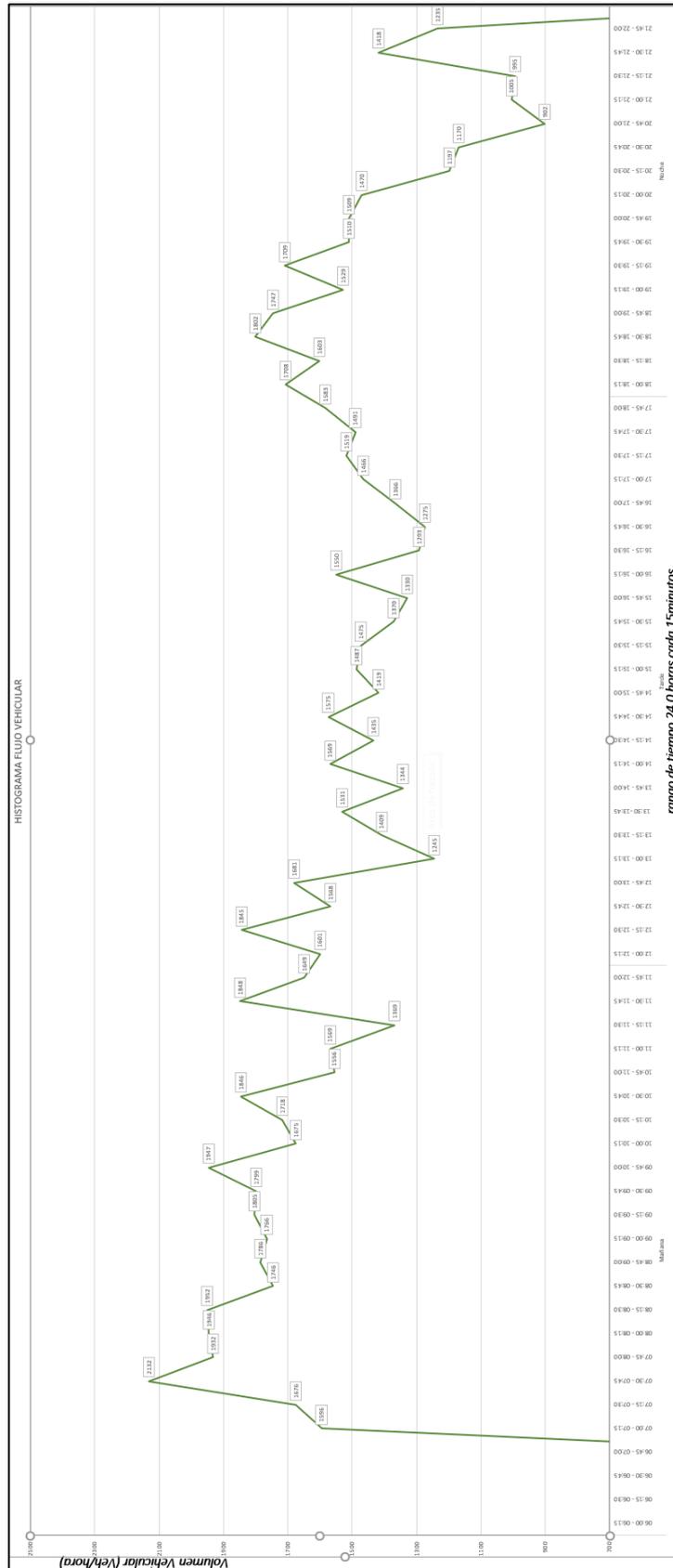


Figura N° 53 Variación del flujo en el día.  
(Fuente propia)

Se procede al cálculo de la hora punta (mañana, tarde y noche) sumando cada 15 minutos por hora los volúmenes en los días de aforo.

Cuadro N° 11 Hora punta mañana, tarde y noche.

HORAS DE CONTROL	12 + 11		22 + 23		31 + 33		TOTAL		HORA PUNTA MAÑANA	HORA PUNTA TARDE	HORA PUNTA NOCHE
	UCP x 1/4 HORA	UCP x HORA	UCP x 1/4 HORA	UCP x HORA	UCP x 1/4 HORA	UCP x HORA	UCP x 1/4 HORA TOTAL	UCP x HORA TOTAL			
07:00 - 07:15	607	607	725	725	264	264	1596	1596			
07:15 - 07:30	580	1186	769	1494	328	592	1676	3272			
07:30 - 07:45	728	1914	969	2463	435	1027	2132	5404			
07:45 - 08:00	664	2578	875	3337	394	1421	1932	7335			
08:00 - 08:15	646	2617	913	3525	388	1544	1946	7686			
08:15 - 08:30	654	2691	918	3674	380	1596	1952	7961			
08:30 - 08:45	733	2696	721	3426	293	1454	1746	7575			
08:45 - 09:00	682	2714	795	3346	310	1370	1786	7429			
09:00 - 09:15	652	2719	875	3308	240	1222	1766	7249			
09:15 - 09:30	812	2878	704	3094	289	1130	1805	7102			
09:30 - 09:45	681	2826	811	3185	307	1144	1799	7155			
09:45 - 10:00	631	2775	937	3327	380	1214	1947	7316			
10:00 - 10:15	591	2714	754	3206	331	1305	1675	7225			
10:15 - 10:30	613	2515	815	3317	291	1307	1718	7138			
10:30 - 10:45	600	2434	897	3402	349	1350	1846	7185			
10:45 - 11:00	594	2397	678	3143	284	1254	1556	6794			
11:00 - 11:15	529	2335	765	3154	276	1200	1569	6688			
11:15 - 11:30	463	2185	590	2929	317	1226	1369	6340			
11:30 - 11:45	578	2163	884	2916	387	1264	1848	6342			
11:45 - 12:00	534	2103	804	3041	312	1291	1649	6435			
12:00 - 12:15	449	2023	840	3117	312	1327	1601	6466			
12:15 - 12:30	594	2154	983	3510	268	1278	1845	6942			
12:30 - 12:45	526	2102	706	3332	337	1228	1568	6662			
12:45 - 13:00	560	2128	764	3292	358	1274	1681	6694			
13:00 - 13:15	320	1999	705	3157	221	1183	1245	6338			
13:15 - 13:30	442	1847	684	2858	283	1198	1409	5903			
13:30 - 13:45	440	1762	804	2956	287	1148	1531	5865			
13:45 - 14:00	349	1551	731	2923	264	1054	1344	5528			
14:00 - 14:15	534	1765	759	2978	276	1110	1569	5852			
14:15 - 14:30	369	1692	779	3072	287	1114	1435	5878			
14:30 - 14:45	566	1818	717	2985	293	1120	1575	5922			
14:45 - 15:00	500	1968	602	2856	318	1173	1419	5997			
15:00 - 15:15	422	1856	773	2869	293	1190	1487	5915			
15:15 - 15:30	395	1881	787	2877	294	1197	1475	5955			
15:30 - 15:45	322	1637	737	2898	312	1216	1370	5750			
15:45 - 16:00	436	1573	604	2900	291	1189	1330	5662			
16:00 - 16:15	343	1494	930	3057	278	1174	1550	5725			
16:15 - 16:30	345	1444	659	2930	289	1169	1293	5543			
16:30 - 16:45	376	1498	679	2871	221	1079	1275	5448			
16:45 - 17:00	355	1418	705	2972	306	1094	1366	5483			
17:00 - 17:15	412	1487	783	2825	271	1087	1466	5399			
17:15 - 17:30	469	1611	743	2909	308	1106	1519	5625			
17:30 - 17:45	561	1797	662	2892	268	1153	1491	5841			
17:45 - 18:00	489	1931	820	3007	274	1121	1583	6058			
18:00 - 18:15	636	2154	791	3015	281	1131	1708	6300			
18:15 - 18:30	538	2224	758	3031	307	1130	1603	6384			
18:30 - 18:45	656	2318	913	3282	233	1095	1802	6695			
18:45 - 19:00	579	2408	859	3321	310	1131	1747	6859			
19:00 - 19:15	402	2174	871	3401	256	1105	1529	6680			
19:15 - 19:30	642	2278	825	3468	242	1040	1709	6786			
19:30 - 19:45	495	2118	777	3332	238	1045	1510	6494			
19:45 - 20:00	565	2104	583	3056	362	1097	1509	6257			
20:00 - 20:15	640	2342	554	2739	276	1118	1470	6198			
20:15 - 20:30	530	2229	368	2282	300	1175	1197	5686			
20:30 - 20:45	512	2246	372	1877	287	1224	1170	5346			
20:45 - 21:00	446	2127	206	1499	251	1114	902	4739			
21:00 - 21:15	472	1958	267	1212	267	1104	1005	4274			
21:15 - 21:30	420	1848	332	1176	243	1048	995	4072			
21:30 - 21:45	458	1795	674	1479	286	1046	1418	4319			
21:45 - 22:00	335	1684	610	1883	291	1086	1235	4652			

(Elaboración propia)

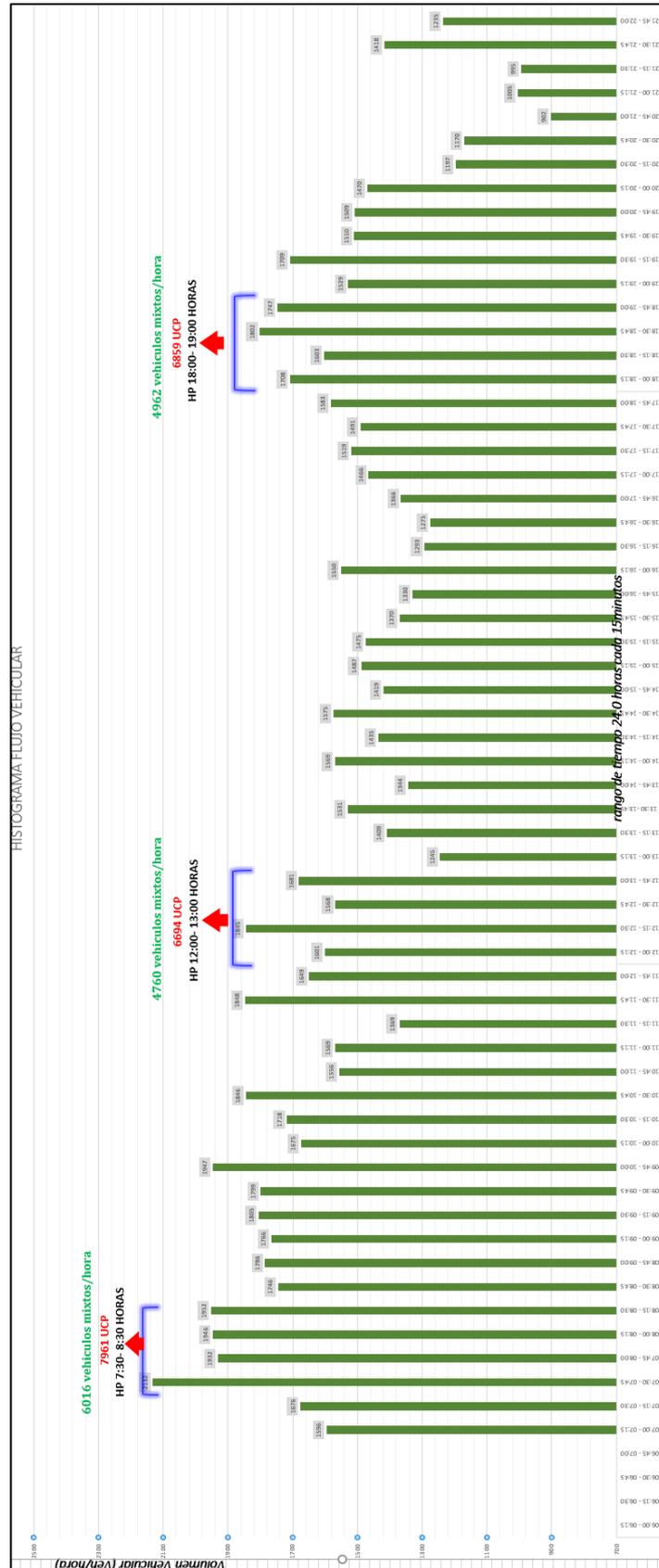


Figura N° 54 Histograma flujos vehiculares cada 15 minutos.  
(Fuente propia)

También se calculó el porcentaje de cada tipo de vehículos por acceso para la hora punta.

- Acceso Norte

Cuadro N° 12 Porcentaje de vehículos acceso Norte

HORA PUNTA	AUTOS		BUS		CAMION		MOTO		COMBI		CAMIONETA		UCP		
	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12+11
07:30 - 07:45	438	54	34	0	0	26	0	0	24	0	15	6	603	125	728
07:45 - 08:00	410	65	36	0	0	11	0	0	22	0	5	4	567	97	663.5
08:00 - 08:15	436	59	33	0	0	6	0	0	9	0	16	3	569	77	646
08:15 - 08:30	324	70	67	0	0	9	0	0	6	1	18	4	555	99	654
<b>TOTAL</b>	1608	248	170	0	0	52	0	0	61	1	54	17	2294	397	2691
<b>TOTAL POR ACCESO</b>	1656		170		52		0		62		71				
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS 12</b>	1893														
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS 11</b>	318														
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS</b>	2211														
FHMD11	0.79														
FHMD12	0.95														
FHMD 11+12	0.92														

(Elaboración propia)

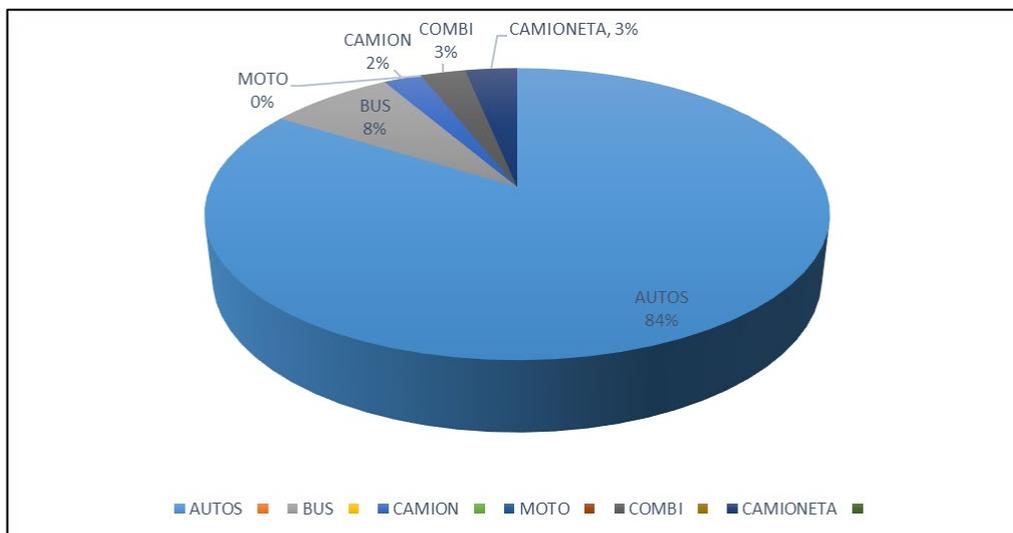


Figura N° 55 Diagrama circular por tipos de vehículos del acceso Norte. (Fuente propia)

- Acceso Sur

Cuadro N° 13 Porcentaje de vehículos acceso Sur

HORA PUNTA	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		UCP		
	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22+23
07:30 - 07:45	312	160	77	12	31	13	0	0	10	31	15	23	656	314	969
07:45 - 08:00	330	150	52	12	28	17	0	0	14	16	21	9	605	270	875
08:00 - 08:15	340	162	48	14	32	23	0	0	16	16	16	7	612	301	913
08:15 - 08:30	344	168	41	16	31	29	0	0	13	8	29	14	600	319	918
<b>TOTAL</b>	1326	640	218	54	122	82	0	0	53	71	81	53	2472	1202	3674
<b>TOTAL POR ACCESO</b>	1966		272		204		0		124		134				
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS 22</b>	1800														
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS 23</b>	900														
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS</b>	2700														
FHMD22	0.9														
FHMD23	1.0														
FHMD 22+23	0.95														

(Elaboración propia)

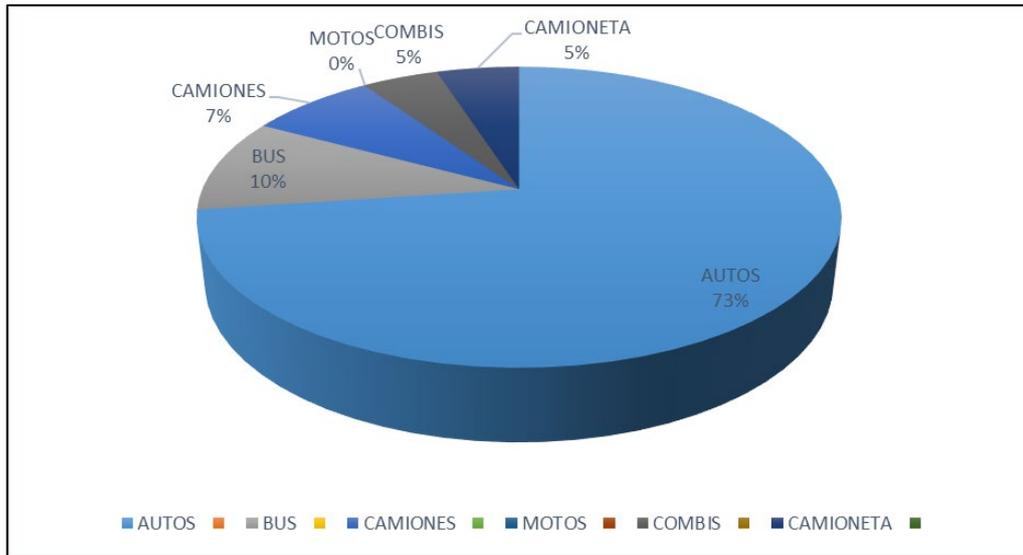


Figura N° 56 Diagrama circular por tipos de vehículos del acceso Sur.  
(Fuente propia)

- Acceso Este

Cuadro N° 14 Porcentaje de vehículos acceso Este.

HORA PUNTA	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		UCP		
	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33	31+33
07:30 - 07:45	127	64	21	0	16	26	0	0	30	0	10	6	300	135	435
07:45 - 08:00	105	65	30	0	20	11	0	0	20	0	12	4	297	97	394
08:00 - 08:15	104	69	20	0	21	16	0	0	22	0	15	3	276	112	388
08:15 - 08:30	107	70	15	0	25	15	0	0	21	1	10	4	267	114	380
<b>TOTAL</b>	443	268	86	0	82	68	0	0	93	1	47	17	1139	457	1596
<b>TOTAL POR ACCESO</b>	711		86		150		0		94		64				
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS 31</b>	1890														
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS 33</b>	811														
<b>TOTAL VEHICULOS MIXTOS</b>	2701														
<b>FHMD31</b>	0.9														
<b>FHMD33</b>	0.8														
<b>FHMD 31+33</b>	0.9														

(Elaboración propia)

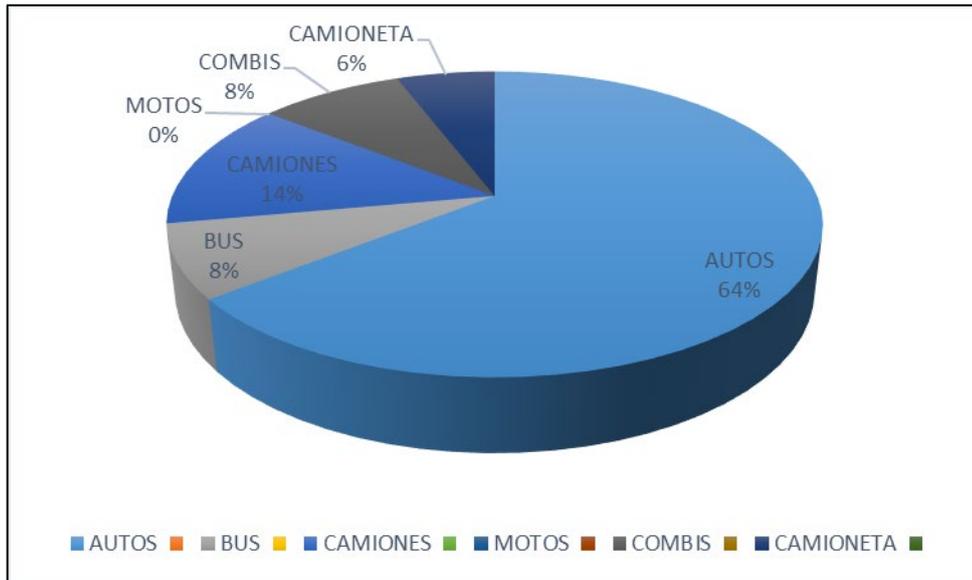


Figura N° 57 Diagrama circular por tipos de vehículos del acceso Este.  
(Fuente propia)

Luego se realizan los flujogramas que son gráficos resumen del volumen, giros y factores de hora punta por cada intersección. Estos gráficos son la mejor manera de tratar los datos procesados para poder ingresarlos en la simulación, a continuación, se muestran los flujogramas de las horas punta en cada intersección.

- Estación de conteo E1: Intersección carreteras Panamericana Norte / Canta Callao.

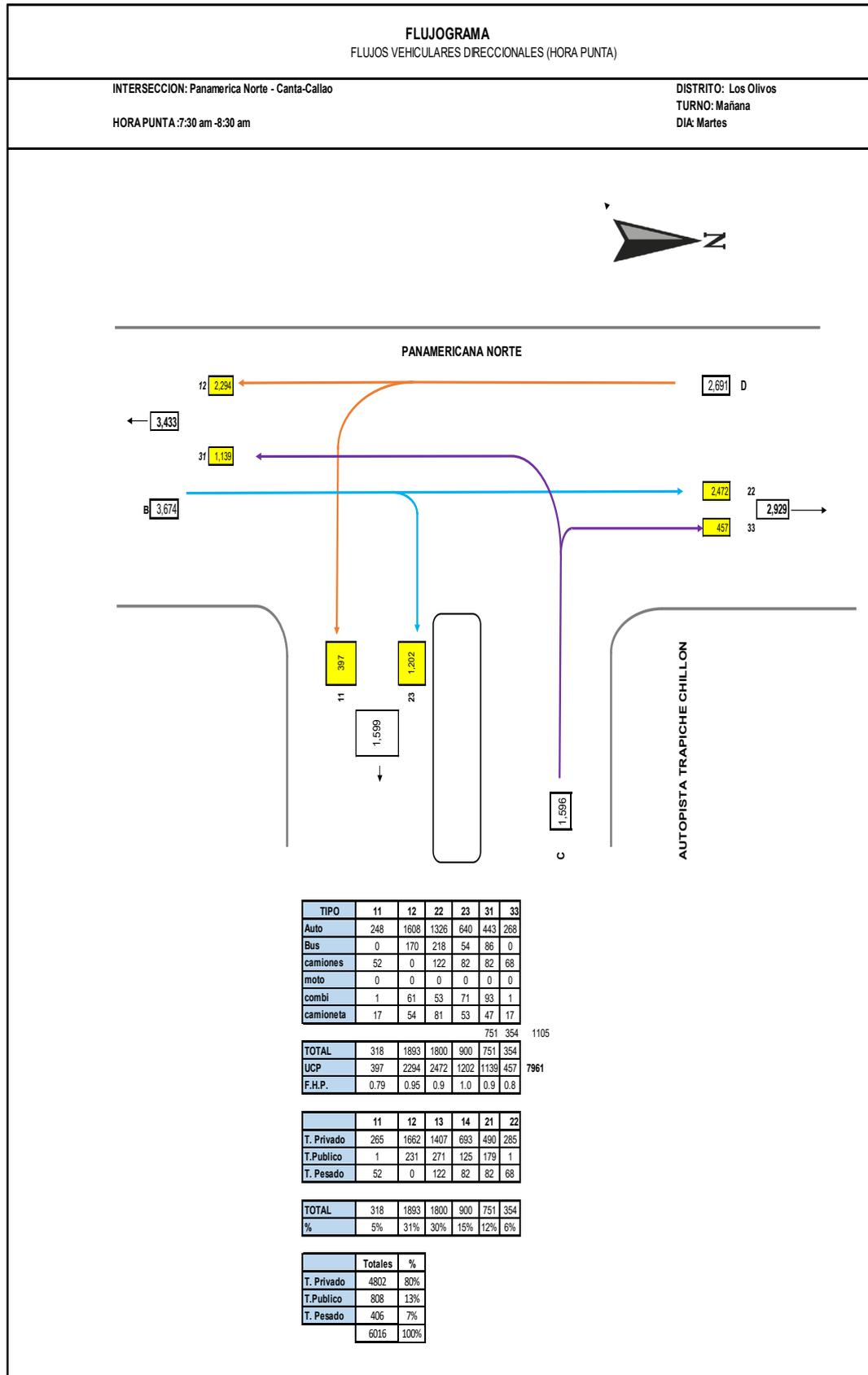


Figura N° 58 Flujograma interseccion Panamerica/ Canta-Callao.  
(Fuente propia)

Adicionamos las características del dispositivo de control (semáforos) al flujograma.

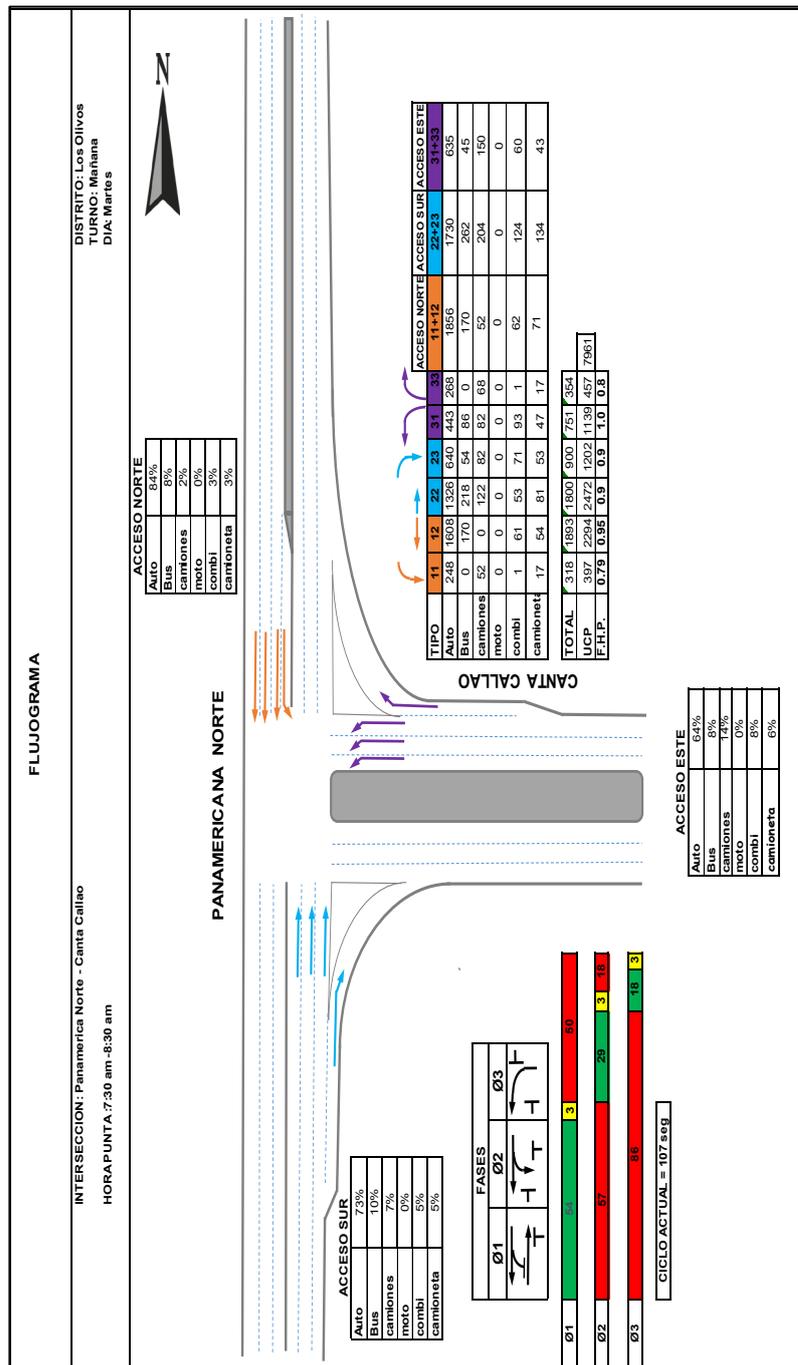


Figura N° 59 Flujograma intersección semaforizada Panamerica/ Canta-Callao.  
 (Fuente propia)

- Estación de conteo E2: Intersección carreteras Canta-Callao / Av. Industrial.

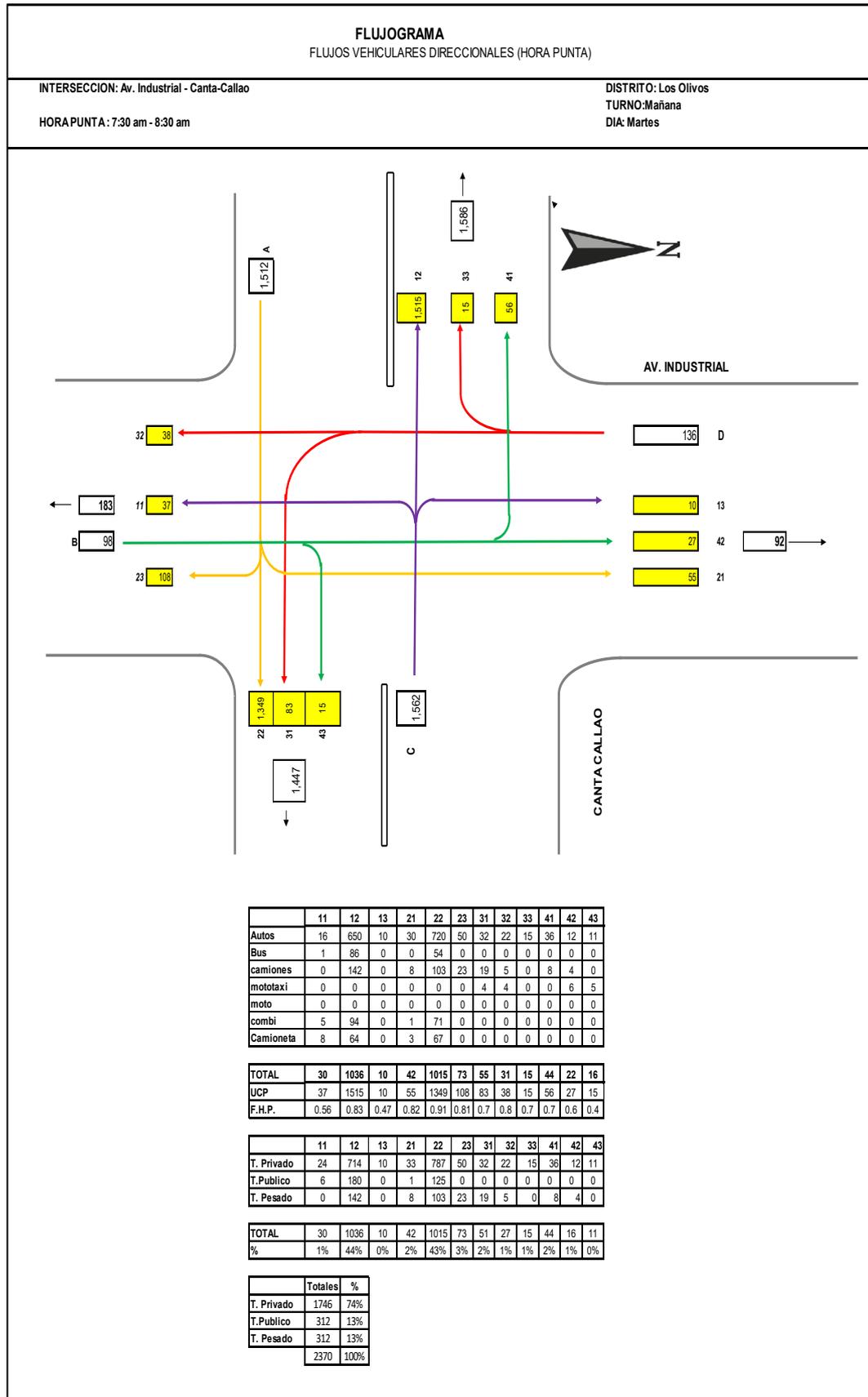


Figura N° 60 Flujograma intersección Canta-Callao/Av. Industrial.  
(Fuente Propia)

- Estación de conteo E3: Intersección carreteras Canta-Callao / Av. Unger.

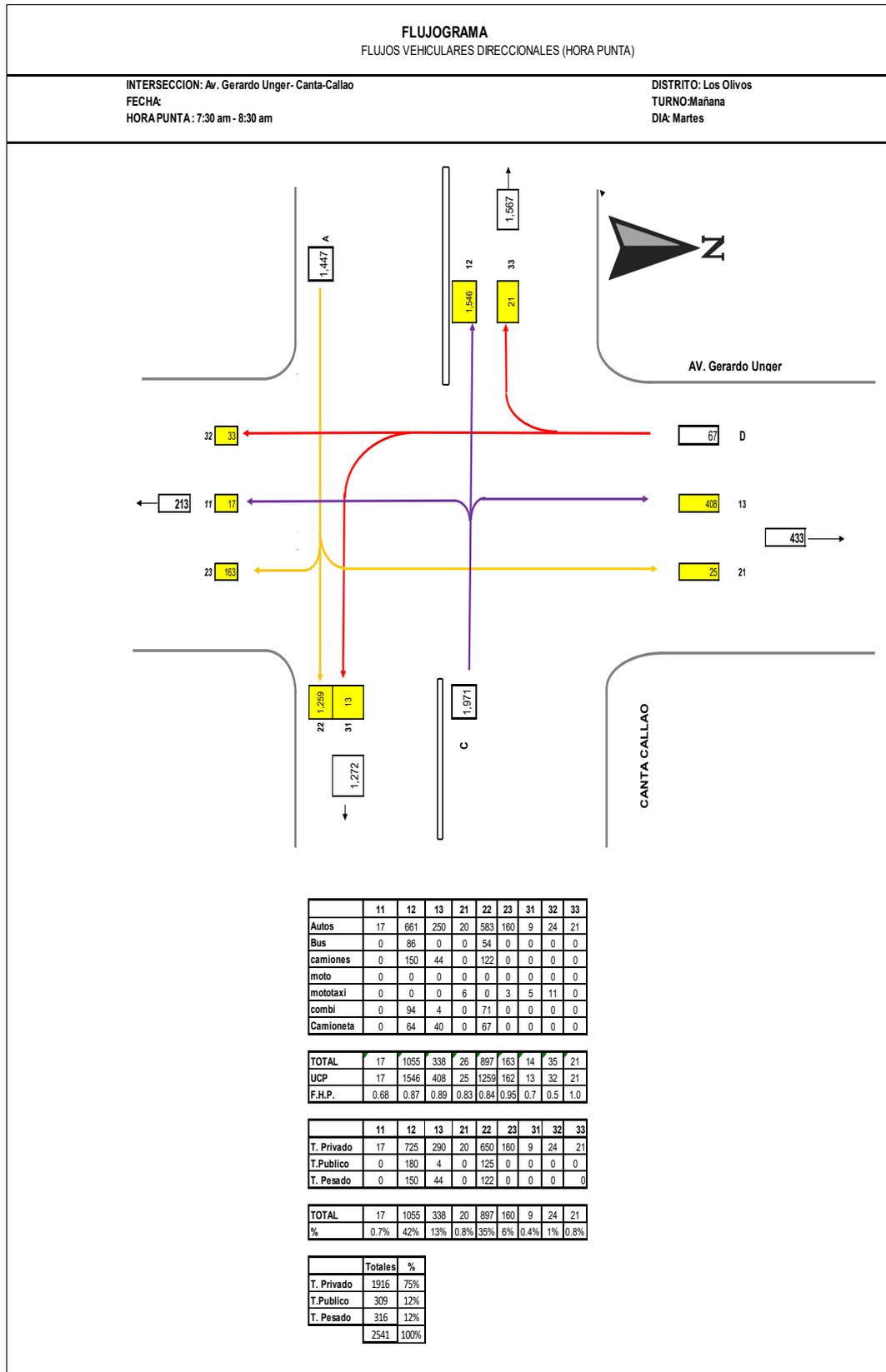


Figura N° 61 Flujograma intersección Canta-Callao/Av.Unger.  
(Fuente propia)

### 3.6 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.

Según la SINAC la Panamericana Norte y Canta Callao están clasificadas como parte de la red Vial Nacional es decir son Carreteras Nacionales.



Figura N° 62 Red vial Nacional.  
(Fuente MTC)



Figura N° 63 Vista carreteras nacionales Panamericana(N1) y Canta Callao(20A).  
(Fuente MTC)

La ordenanza N° 341-MML de acuerdo a la jurisdicción de Lima Metropolitana re clasifica las carreteras nacionales Panamericana Norte y Canta Callao como Vías Expresas Nacionales.

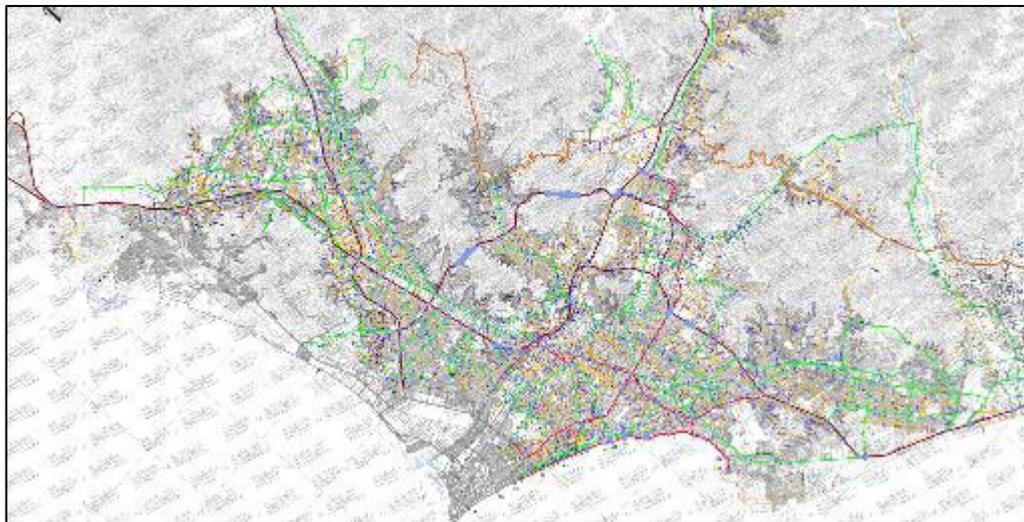


Figura N° 64 Clasificación de vías pertenecientes a Lima Metropolitana.  
(Fuente Ordenanza N°341)

El alcance que nos da dicha ordenanza al clasificarlas como vías expresas es que dichas vías soportan importantes volúmenes de vehículos en flujo libre. Unen zonas de importante generación de tránsito, concentraciones comerciales e industriales. Así mismo integran la ciudad con el resto del país.

En esas vías el flujo es ininterrumpido no existen cruces al mismo nivel con otras vías sino a diferentes niveles o con intercambios. Estas carreteras están destinadas fundamentalmente para el transporte interprovincial y el transporte de carga, pero en el área urbana metropolitana absorben flujo del transporte público. Las Vías Expresas, de acuerdo al ámbito de su jurisdicción, pueden subdividirse en: Nacionales/Regionales; Subregionales y Metropolitanas.

La carretera Canta-Callao que fue proyectada como tal y en el ámbito urbano como una vía expresa, no tiene dicho comportamiento dado que existen intersecciones adyacentes que originan un flujo interrumpido, asemejándola más a una vía tipo arterial, mientras que la carretera Panamericana Norte no cuenta con intersecciones adyacentes, siendo así que mantiene un flujo ininterrumpido. Sin embargo, la intersección de éstas tiene gran arribo de flujo vehicular como indican los flujogramas, es por esta razón y por la importancia que tienen ambas que se propone un intercambio vial manteniendo el flujo ininterrumpido.

### 3.6.1 Intersección a desnivel Tipo Trompeta.

Una vez realizado el análisis de evaluación de la condición actual, se decide implementar una nueva infraestructura para la mejora del nivel de servicio. Se continúa con el análisis de diseño de la infraestructura. Este análisis tiene alcance de largo plazo. En este análisis se da la primera propuesta que sería la de una intersección a desnivel tipo Trompeta, seguidamente se continúa con el análisis de planificación. Dicho análisis tiene un alcance futuro.

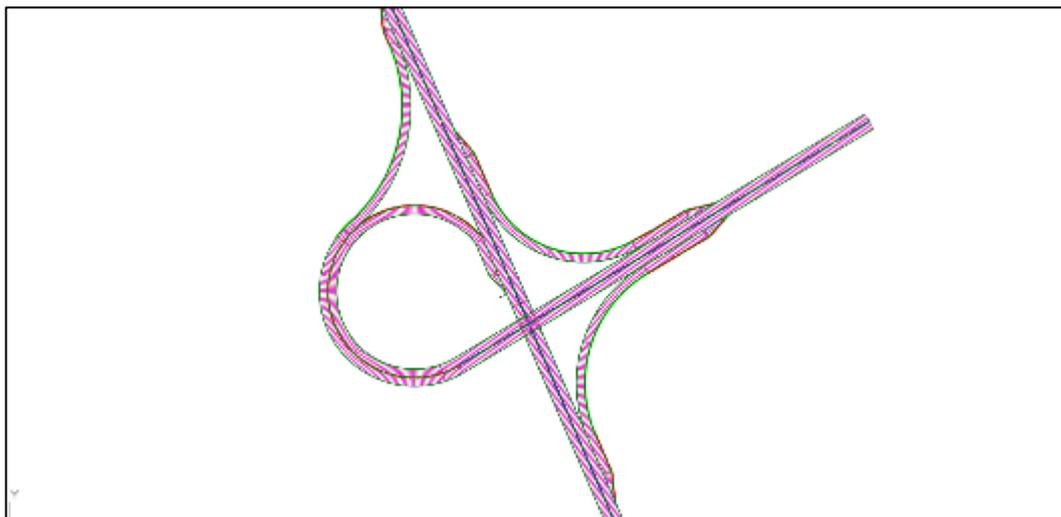


Figura N° 65 Intersección a desnivel tipo Trompeta  
(Fuente propia)

La intersección entre las carreteras Canta-Callao y Panamericana Norte que en condición actual es del tipo "T", fue inicialmente proyectada como una intersección tipo "X". Esto quiere decir que la carretera Canta-Callao tendría una ampliación, basándonos en dicha información concluimos que una intersección tipo trompeta que es solución directa a una intersección a nivel tipo "T" no sería la más adecuada para un análisis de planificación.

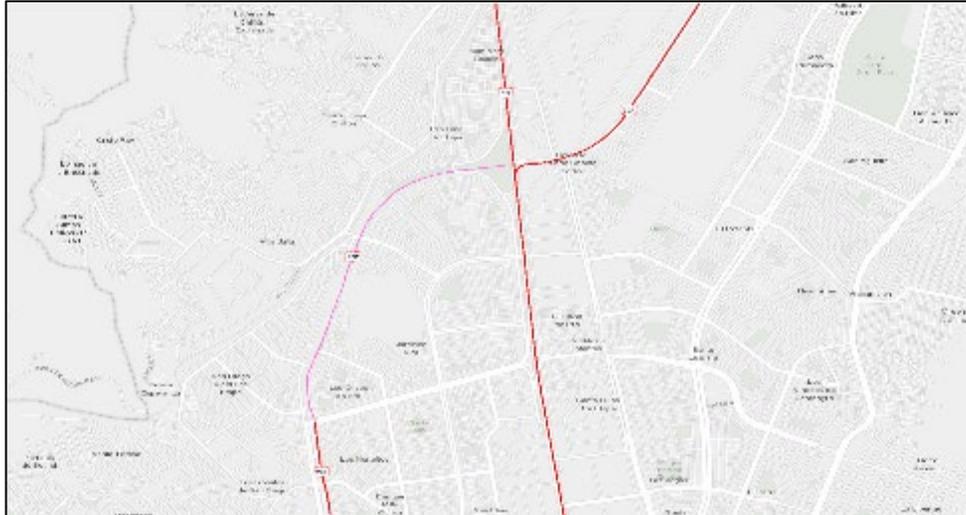


Figura N° 66 Ampliación de la carretera Canta-Callao.  
(Fuente MTC)

### 3.6.2 Intersección a desnivel tipo Trébol.

Una vez realizado el análisis de evaluación de la condición actual, tomando como referencia los datos de campo y datos geométricos de la intersección, proponer un trébol no sería lo más adecuado dado que en la condición actual no existe la ampliación de la carretera Canta-Callao

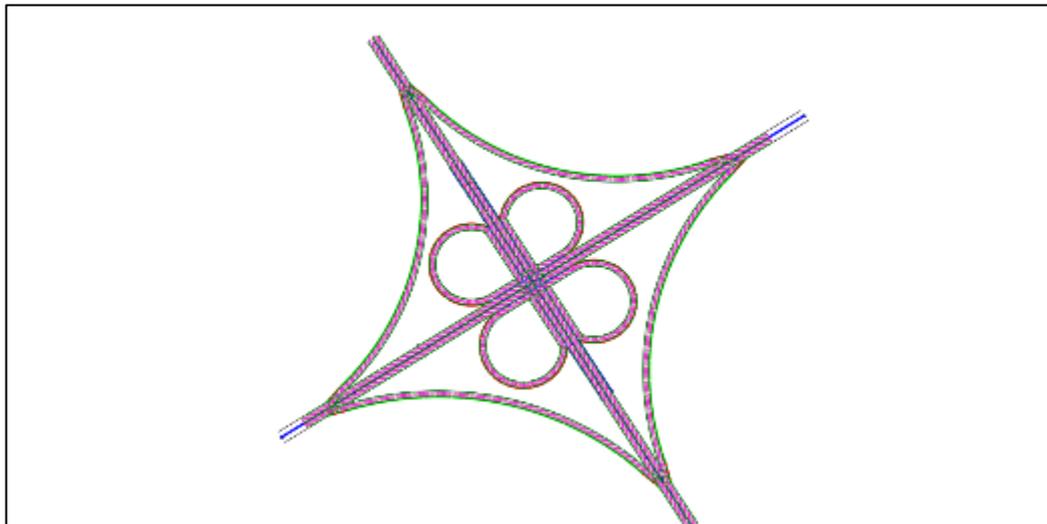


Figura N° 67 Intersección a desnivel tipo Trébol  
(Fuente propia)

### 3.6.3 Rotonda a desnivel.

Dada la mayor importancia y prioridad que tiene la carretera Panamericana Norte se propone un intercambio vial donde éste pase deprimidamente.

Se cuenta con información sobre accidentes. Estos debido a excesos de velocidad y a una falta de maniobrabilidad. Es por esto que se propone una rotonda que mejora la seguridad vial.

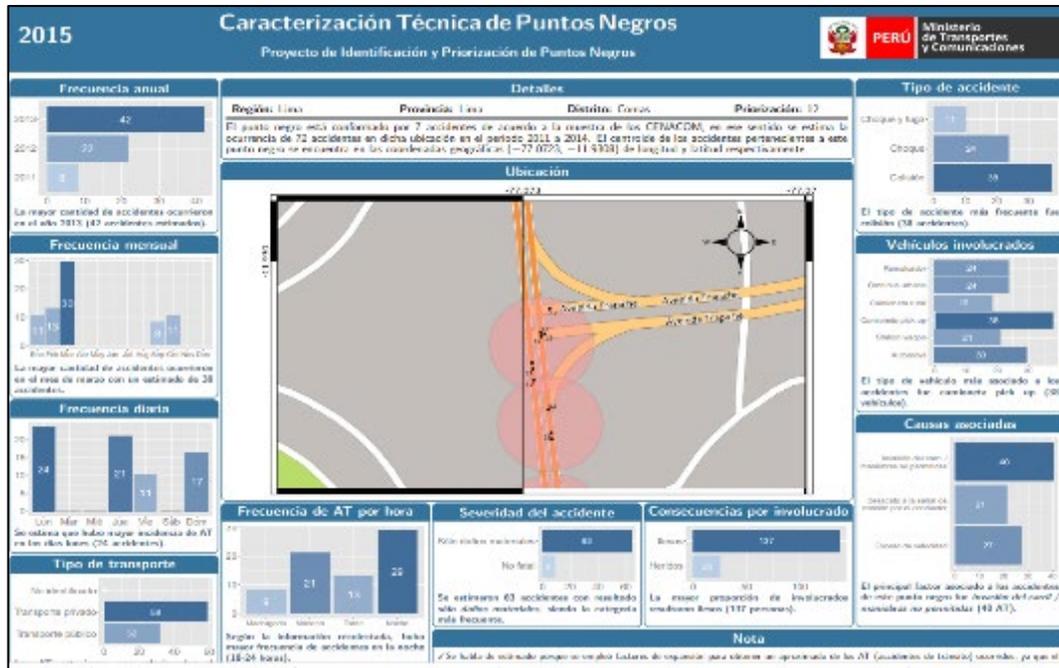


Figura N° 68 Puntos negros factor principal invasión del carril/maniobras no permitidas en la intersección Panamericana/Canta-Callao. (Fuente MTC)

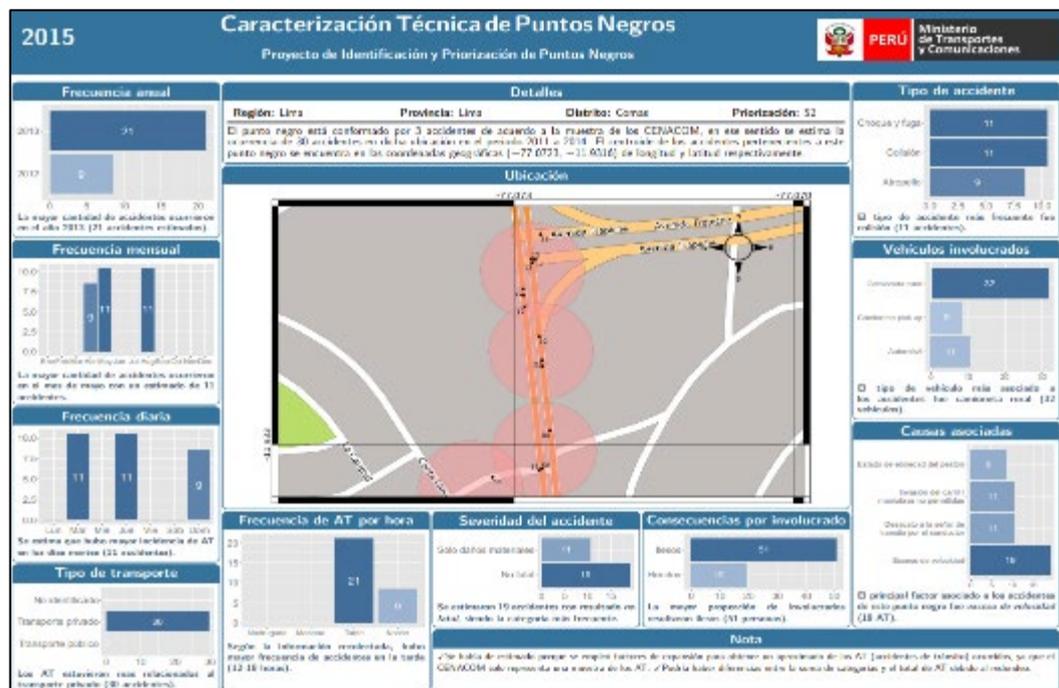


Figura N° 69 Puntos negros factor principal exceso de velocidad en la intersección Panamericana/Canta-Callao. (Fuente MTC)

Finalmente, en el análisis de evaluación notamos que el porcentaje de vehículos que giran representan aproximadamente el 75% de vehículos que van de frente. Dicha información nos permite decidir en la implementación de esta infraestructura tipo rotonda.

Con esta propuesta cumplimos los análisis de evaluación (corto plazo), de diseño (largo plazo) y de planificación. Este último contempla una futura ampliación de la carretera Canta-Callao.

#### 3.6.4 Consideraciones de Operación.

Los conductores que ingresan a la rotonda deben disminuir su velocidad hasta que se permita una interacción segura con otros usuarios de la rotonda. Al aproximarse a la línea ceda-el paso, los conductores deben evaluar respecto a los vehículos conflictivos que ya se encuentran sobre la calzada circulatoria y determinar cuándo es seguro y prudente entrar en la corriente circulatoria.

Si bien la decisión que se plantea en el análisis de evaluación es mejorar el nivel de servicio de la Carretera Panamericana Norte; complementariamente, se planteará que la rotonda tenga un nivel de servicio A. Lo más adecuado dentro del análisis de diseño, empleando datos de tráfico a partir de los cuales determinaremos mediante un proceso de cálculo interactivo el número de carriles y la configuración más adecuada requerida para conseguir un NS preestablecido.

El criterio adoptado para determinar el NS del modo automóvil en rotondas se considerará que existe NS F cuando el ratio (intensidad/capacidad) de un carril exceda de 1,0 independientemente del valor que adopte la demora por regulación. Para valorar el nivel de servicio tanto en la rotonda (en su conjunto) como en sus entradas se empleará un único parámetro de servicio: la demora por regulación; dicha metodología comparte la misma formulación básica para determinar la demora por regulación que las intersecciones no semaforizadas con prioridad de paso.

Tabla N° 3 Criterio del NS para modo automóvil.  
(Fuente: HCM 2010)

Demora por regulación(s/veh)	NS según el ratio intensidad/capacidad	
	$i/c \leq 1,0$	$i/c > 1,0$
0 a 10	NS A	NS F
>10 a 15	NS B	NS F
>15 a 25	NS C	NS F
> 25 a 35	NS D	NS F
>35 a 50	NS E	NS F
>50	NS F	NS F

En el análisis de evaluación, uno de los datos de partida fueron las características geométricas de la infraestructura completa (intersección Panamericana Norte-Canta Callao). Notamos que en el acceso Este se tiene 3 carriles para el giro a la izquierda y 2 carriles para el giro a la derecha, todos con ancho de 3.6m. Cabe resaltar que en dicho acceso se observa un régimen saturado, llegando incluso las colas a la intersección adyacente (Canta Callao-Av. Industrial), dicha saturación es debida a los vehículos que desean hacer el giro a la izquierda, mientras que los carriles de giro a la derecha no tienen problemas de capacidad.

En el acceso Sur la saturación es debido a los vehículos que van de frente. Así, los 2 carriles con ancho de 3.6 m, para el giro exclusivo a la derecha no tienen problemas de capacidad.

En el acceso Norte el carril de 3.6 m, de giro exclusivo a la izquierda tampoco tiene problemas de capacidad.

Considerando lo anterior planteamos que los accesos a la rotonda sean 2 carriles de 3.6m tanto por el acceso Norte como por el acceso Sur. Mientras tenemos que el acceso Este cuenta con 3 carriles de 3.6 m. Con esto decidimos optar por que la rotonda tenga 3 carriles de dimensiones de 3.6m, con el objetivo de que los vehículos viajen al lado y así proveer claros más grandes entre grupos de vehículos.

#### 3.6.4.1 Alcance de la metodología HCM para el cálculo de la capacidad.

La metodología del HCM tiene alcance a rotondas aisladas que dispongan de hasta dos carriles de entrada y un carril segregado para giros a la derecha por pata. La capacidad de una rotonda está directamente influenciada por los patrones de flujo. Los tres tráficos a considerar son: el flujo de entrada, flujo anular prioritario que corta a un flujo de entrada y flujo de salida.

La capacidad de una entrada decrecerá a medida que la intensidad en conflicto con ella aumente. En general, el principal flujo en conflicto con un flujo de entrada corresponderá al flujo anular prioritario que circule justo delante suyo y lo interrumpa. Así mismo, la capacidad de la entrada también dependerá de los elementos geométricos de la rotonda, como el ancho de la entrada y el ancho de la calzada giratoria. El diámetro del círculo inscrito y el ángulo de entrada tienen efectos menores sobre la capacidad. (HCM, 2010)

- Rotondas de un carril:

La capacidad en una entrada de carril único a una rotonda de un carril dependerá de la intensidad prioritaria en conflicto. Esta capacidad puede estimarse como:

$$C_{e, VLE} = 1130e^{(-1 \cdot 10^{-3})} * I_{c, VLE}$$

Donde:

$C_{e, VLE}$  = capacidad del carril de entrada expresada en vehículos ligeros equivalentes (veh lig/h)

$I_{c, VLE}$  = intensidad prioritaria en conflicto expresada en vehículos ligeros equivalentes (veh lig/h) en el periodo de análisis considerado

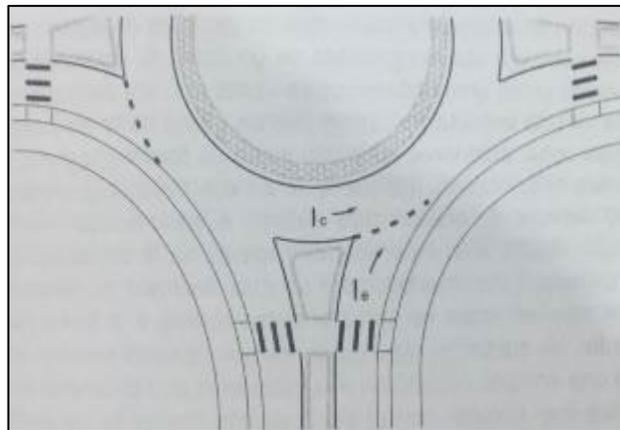


Figura N° 70 Entradas de carril unico en conflicto con un carril anular.  
(Fuente: HCM 2010)

- Rotonda de dos carriles

Una glorieta de dos carriles será aquella dotada de dos carriles en al menos una entrada y en, al menos, una parte de su calzada anular. El número de carriles de entradas, calzada anular y salidas podrá variar a lo largo de la rotonda.

- ✓ Capacidad de entradas de dos carriles en glorietas de un carril.

$$C_{e, VLE} = 1130e^{(-1 \cdot 10^{-3})} * I_{c, VLE}$$

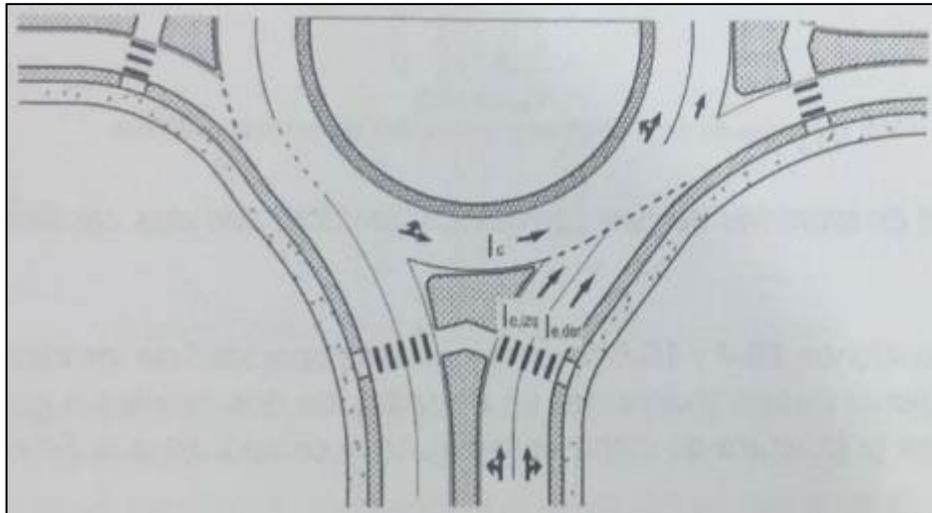


Figura N° 71 Entradas de dos carriles en conflicto con un carril anular(en glorietas de uno o dos carriles) .

(Fuente: HCM 2010)

- ✓ Capacidad de entradas de carril único en conflicto con dos carriles anulares.

$$C_{e, VLE} = 1130e^{(-0.7 \cdot 10^{-3})} * I_{c, VLE}$$

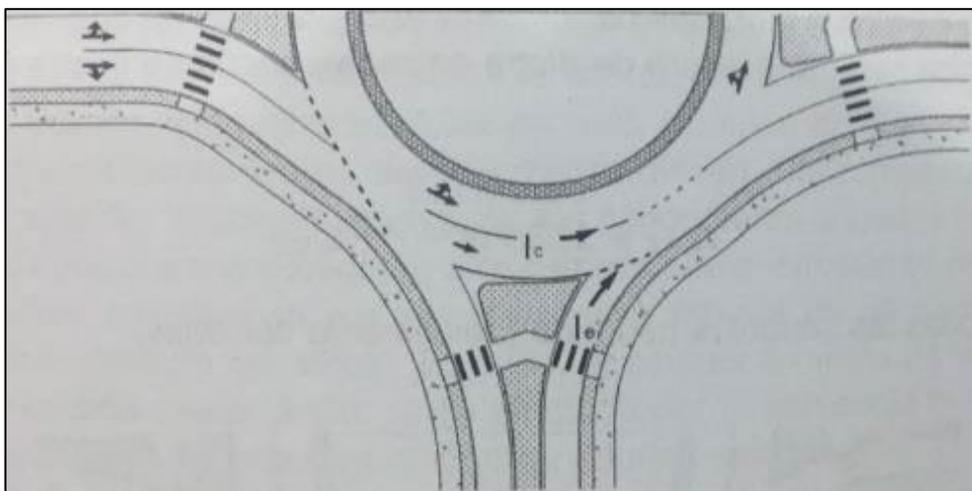


Figura N° 72 Entradas de carril único en conflicto con dos carriles anulares.  
(Fuente: HCM 2010)

- ✓ Capacidad de entradas de dos carriles en conflicto con los carriles anulares.

$$C_{e, der, VLE} = 1130e^{(-0.7 \cdot 10^{-3})} * I_{c, VLE}$$

$$C_{e, izq., VLE} = 1130e^{(-0.75 \cdot 10^{-3})} * I_{c, VLE}$$



Figura N° 73 Entradas a dos carriles en conflicto con dos carriles anulares.  
(Fuente: HCM 2010)

Todos estos casos anteriores los podemos ubicar en la siguiente gráfica:

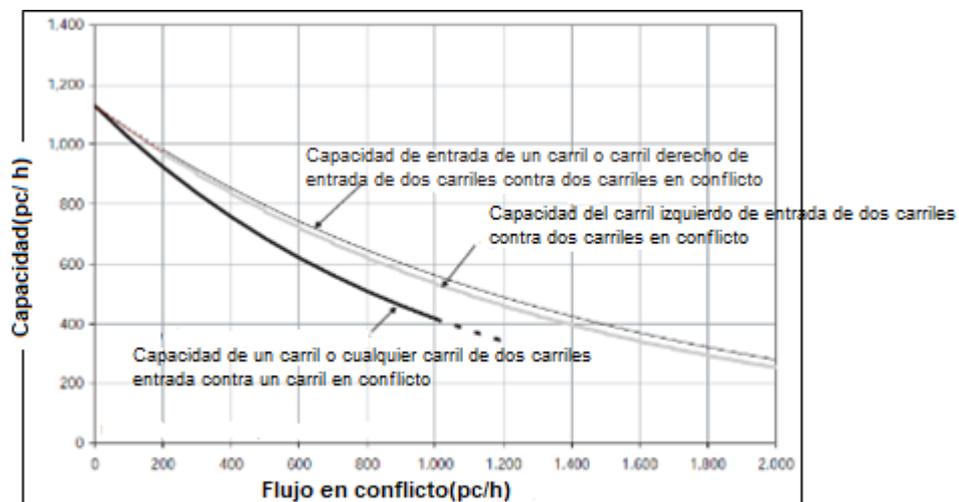


Figura N° 74 Capacidad de entradas de uno y dos carriles en conflicto con uno o dos carriles anulares.  
(Fuente: HCM 2010)

### 3.6.4.2 Uso de herramientas alternativas.

Modelos estocásticos de redes: estos modelos representan flujos de tráfico simulando el comportamiento individual de cada vehículo. Estos modelos se apoyan en una gran variedad de estudios sobre el comportamiento de los conductores. Debido a su propia naturaleza, la mayor parte de modelos estocásticos empleados en glorietas podrán modelizar el conjunto de nudos existentes en una red viaria, abarcando de esta forma un amplio abanico de posibles situaciones. Sin embargo, la cantidad de información requeridas por este tipo de modelos es normalmente muy superior a la requerida por modelos de tipo determinístico. La mayoría de modelos estocásticos forman parte de herramientas de microsimulación.

Como se nota la HCM no abarca el caso de nuestra rotonda, es por esa razón que procederemos a un análisis de microsimulación para dicha infraestructura. (HCM, 2010)

### 3.6.5 Consideraciones de diseño.

Diseñar la geometría de una rotonda comprende elegir intercambiada mente entre seguridad y capacidad. Las rotondas operan con mayor seguridad cuando su geometría fuerza al tránsito a entrar y circular a velocidades bajas. Inversamente, la capacidad de las rotondas es afectada negativamente por estos elementos de diseño de baja velocidad. Así diseñar una rotonda es un proceso de determinar el equilibrio óptimo entre provisiones, comportamiento operacional, y acomodamiento de los vehículos grandes.

El proceso del diseño de rotondas requiere una interacción entre trazado geométrico, análisis operacional y evaluación de la seguridad. Es raro producir un diseño geométrico óptimo en el primer intento.

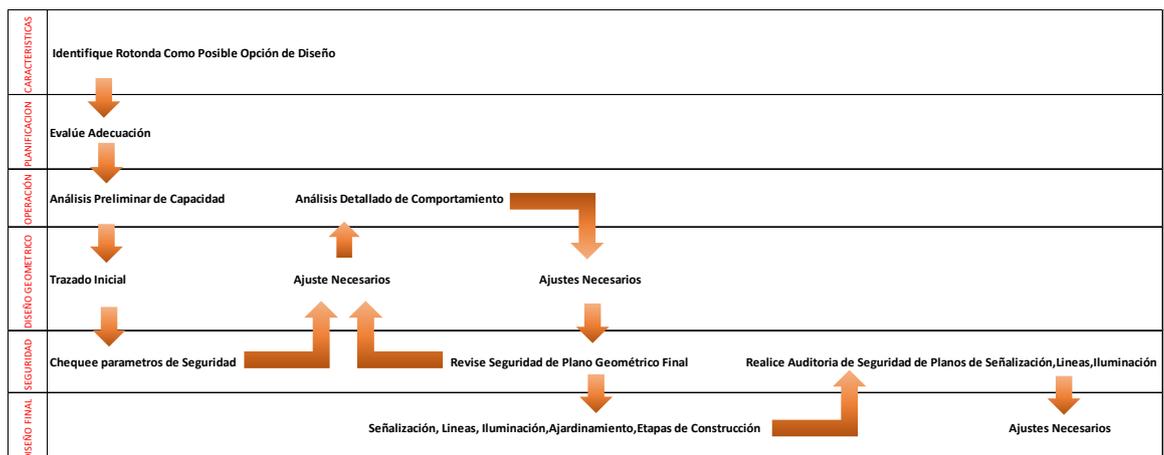


Figura N° 75 Proceso de diseño de Rotondas  
(Fuente propia)

#### 3.6.5.1 Velocidad de diseño.

Un incremento de la curvatura de la trayectoria del vehículo disminuye la velocidad relativa entre los vehículos que entran y circulan y así tener menores índices de choques de los vehículos que entra-circulan y salen-circulan. Así, también se pueden mostrar los perfiles de velocidades analizando a lo largo de la trayectoria el comportamiento de la velocidad, teniendo como punto de partida las velocidades de aproximación de cada acceso (medidas en campo).

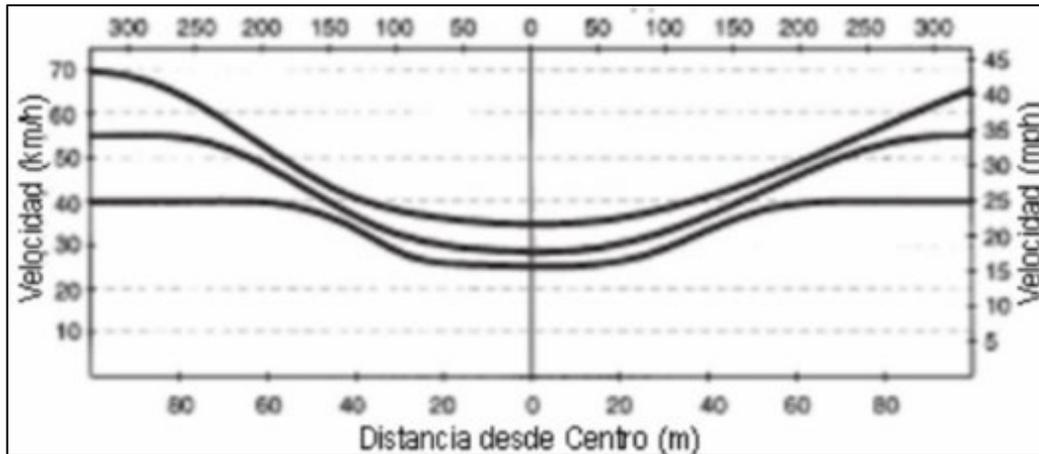


Figura N° 76 Perfil de Velocidades  
(Fuente: NCHRP 2010)

Para determinar la velocidad de una rotonda, se dibuja la trayectoria más veloz permitida por la geometría. Usualmente, la trayectoria más veloz posible es el movimiento directo, pero en algunos casos puede ser el movimiento a la derecha.

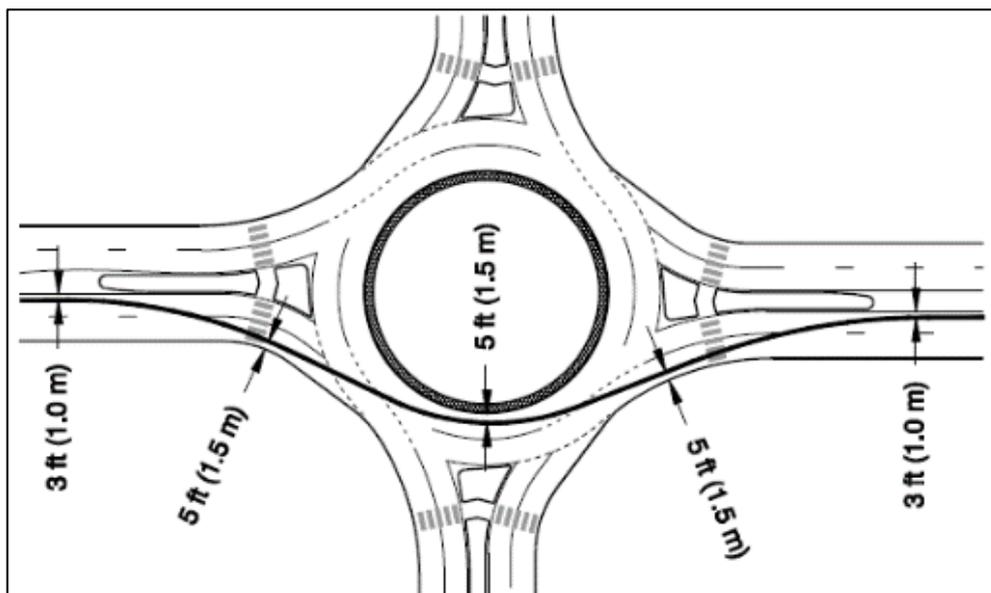


Figura N° 77 Trayectoria más veloz a través de una rotonda  
(Fuente: NCHRP 2010)

Notamos que las trayectorias más veloces son una serie de curvas reversas, el radio más pequeño a lo largo de la trayectoria más veloz permisible determinará la velocidad de diseño.

Así también se tiene una variación entre la velocidad y el radio que se muestra en la figura N°75.

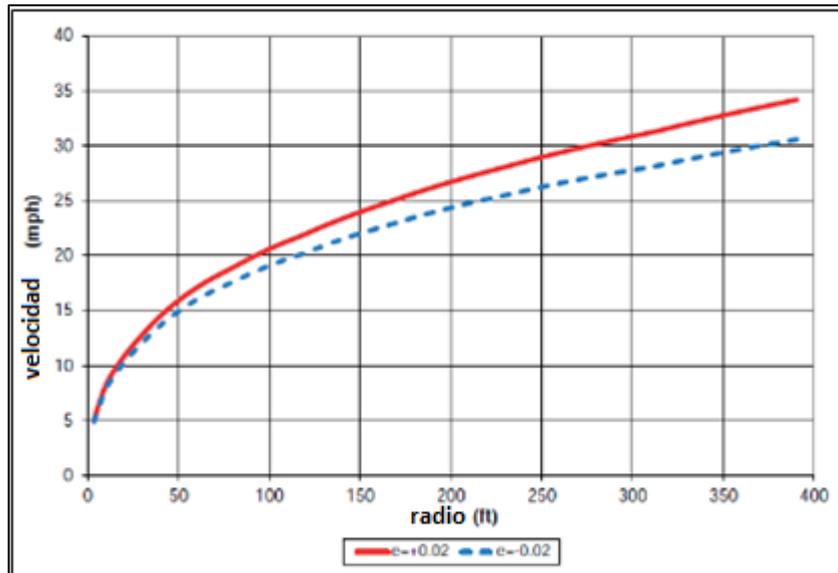


Figura N° 78 Relación Radio-Velocidad  
(Fuente: NCHRP 2010)

También debemos verificar que se alcancen velocidades coherentes para todos los movimientos. Esto es, las velocidades relativas entre corrientes de tránsito conflictivas deberían minimizarse y tal que la diferencia relativa de velocidades sea preferible de 10 km/h. Se deben chequear para cada aproximación los 5 radios mostrados en la figura N°76. (NCHRP, 2010)

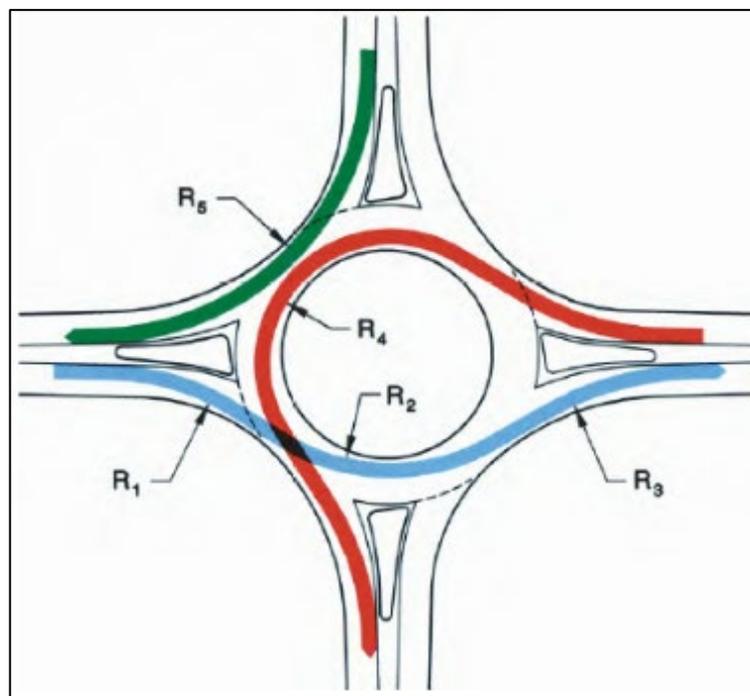


Figura N° 79 Radios Trayectoria Vehicular  
(Fuente: NCHRP 2010)

### 3.6.5.2 Vehículo de diseño.

El vehículo de diseño dictará muchas de las dimensiones de las rotondas, lo que debemos de realizar son las distintas áreas de barrido del vehículo de diseño a través de movimientos de giro crítico.

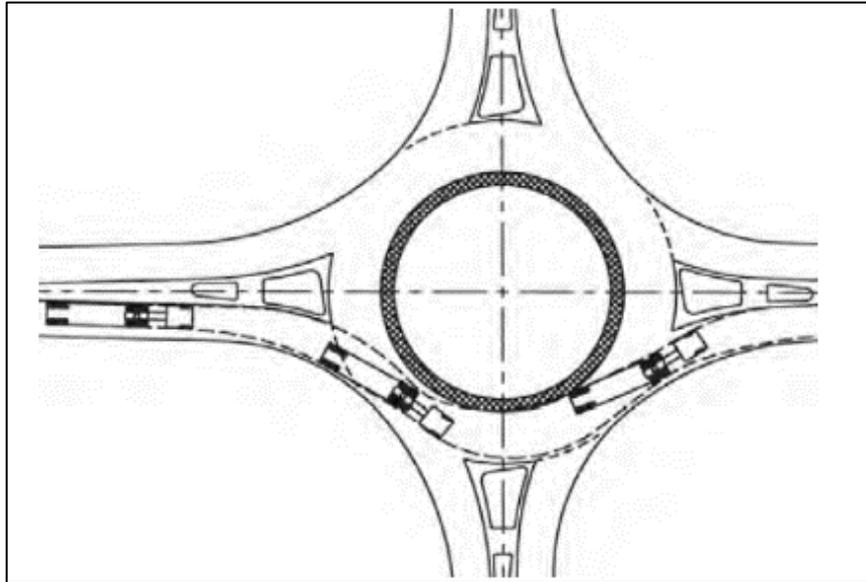


Figura N° 80 Trayectoria barrida en movimiento directo  
(Fuente: NCHRP 2010)

### 3.6.5.3 Alineamiento de aproximaciones y entradas.

Una rotonda está óptimamente ubicada cuando las líneas de eje de todos los ramales de aproximación pasan a través del centro del círculo inscrito. Esto permite diseñar adecuadamente la geometría de modo que los vehículos mantengan velocidades bajas a través de las entradas y las salidas.

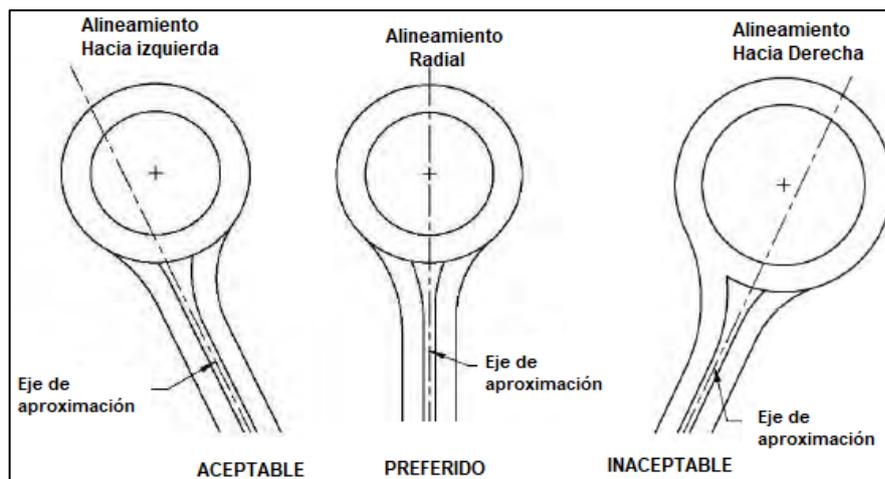


Figura N° 81 Alineamiento radial de las entradas  
(Fuente: NCHRP 2010)

#### 3.6.5.4 Gálibo vertical.

En carreteras, se denomina Gálibo a la altura libre que existe entre la superficie de rodadura y la parte inferior de la superestructura de un puente carretero, ferroviario o peatonal.

Dicho gálibo, para el caso de carreteras, será de 5.50 m como mínimo. Cuando una carretera pase debajo de una estructura vial, su sección transversal debe permanecer inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa, deberán encontrarse fuera de las bermas y/o cunetas. (DG, 2018)

Con estas consideraciones de operación y de diseño, se tiene el intercambio vial a desnivel que se muestra en la figura N°79.

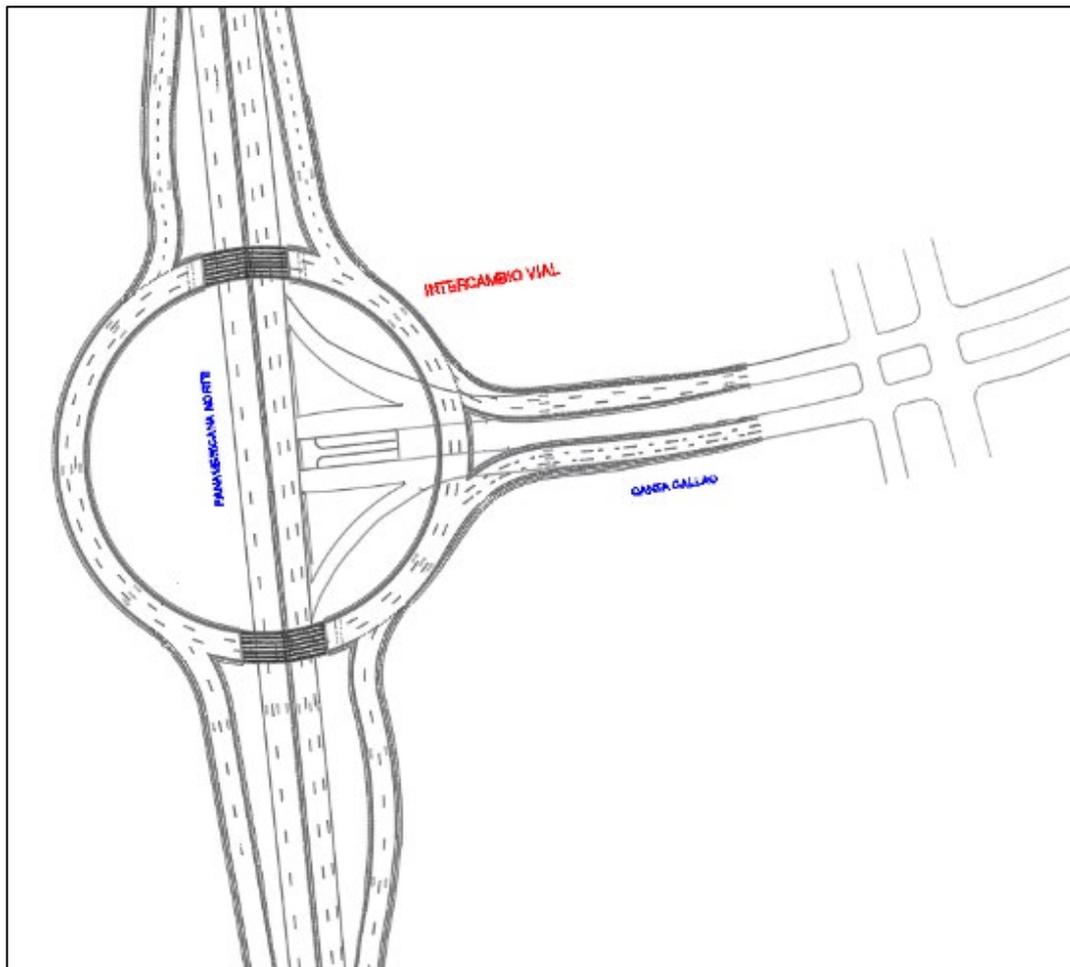


Figura N° 82 Intercambio vial propuesto.  
(Fuente propia)

#### **CAPITULO IV: DESARROLLO Y SIMULACIÓN DEL MODELO.**

Diseñar la geometría de una rotonda comprende elegir intercambiada mente entre seguridad y capacidad. Las rotondas operan con mayor seguridad cuando su geometría fuerza al tránsito a entrar y circular a velocidades bajas. Inversamente, la capacidad de las rotondas es afectada negativamente por estos elementos de diseño de baja velocidad. Así diseñar una rotonda es un proceso de determinar el equilibrio óptimo entre provisiones, comportamiento operacional, y acomodamiento de los vehículos grandes.

El proceso del diseño de rotondas requiere una interacción entre trazado geométrico, análisis operacional y evaluación de la seguridad. Es raro producir un diseño geométrico óptimo en el primer intento, en la figura N°80 se muestra la fase de diseño de una rotonda.

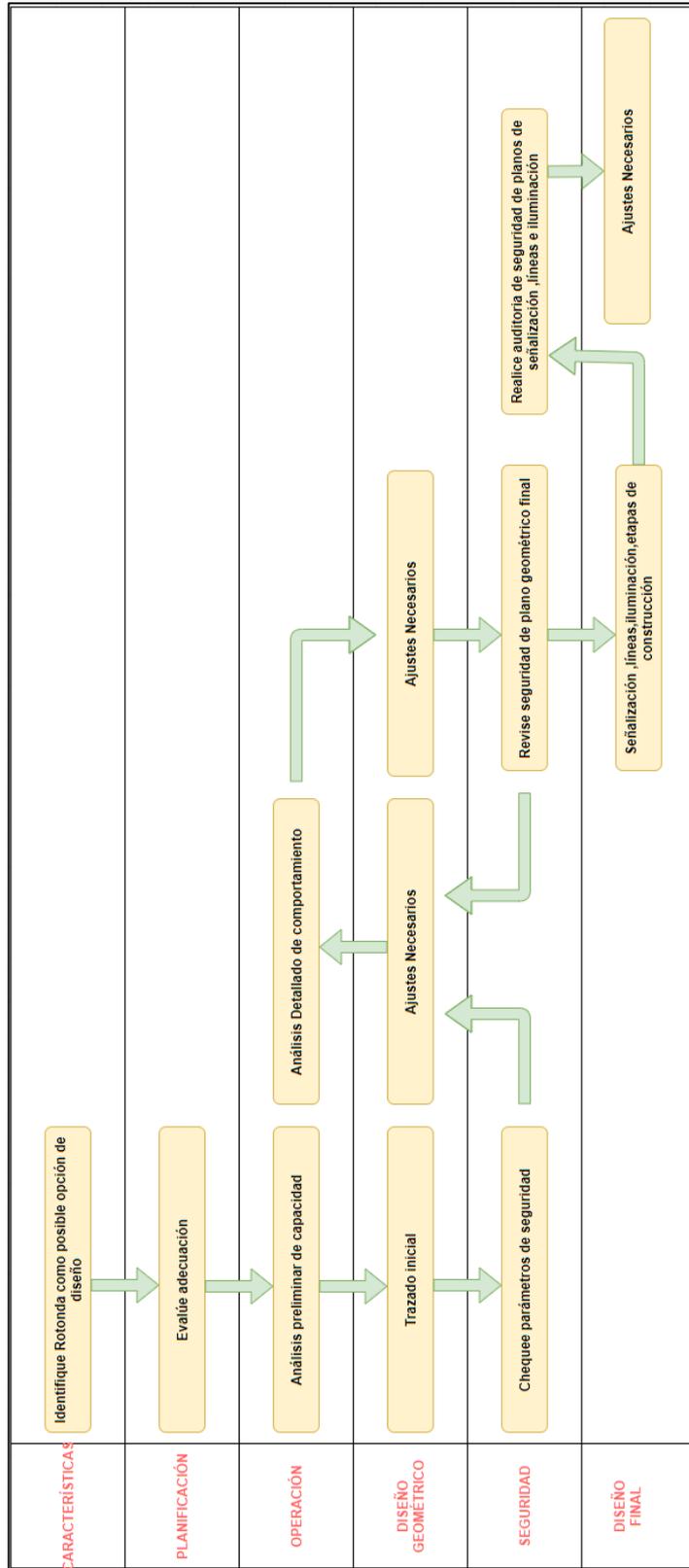


Figura N° 83 Proceso de diseño de una rotonda  
(Fuente Propia)

La fase de modelamiento inicia con la creación de la red, mediante un análisis estadístico se evaluará la cantidad de simulaciones necesarias, se obtendrá los distintos parámetros de eficiencia para finalmente realizar la calibración y validación del modelo usando los datos de campo y los datos de las simulaciones este proceso queda descrito como muestra la figura N°81.

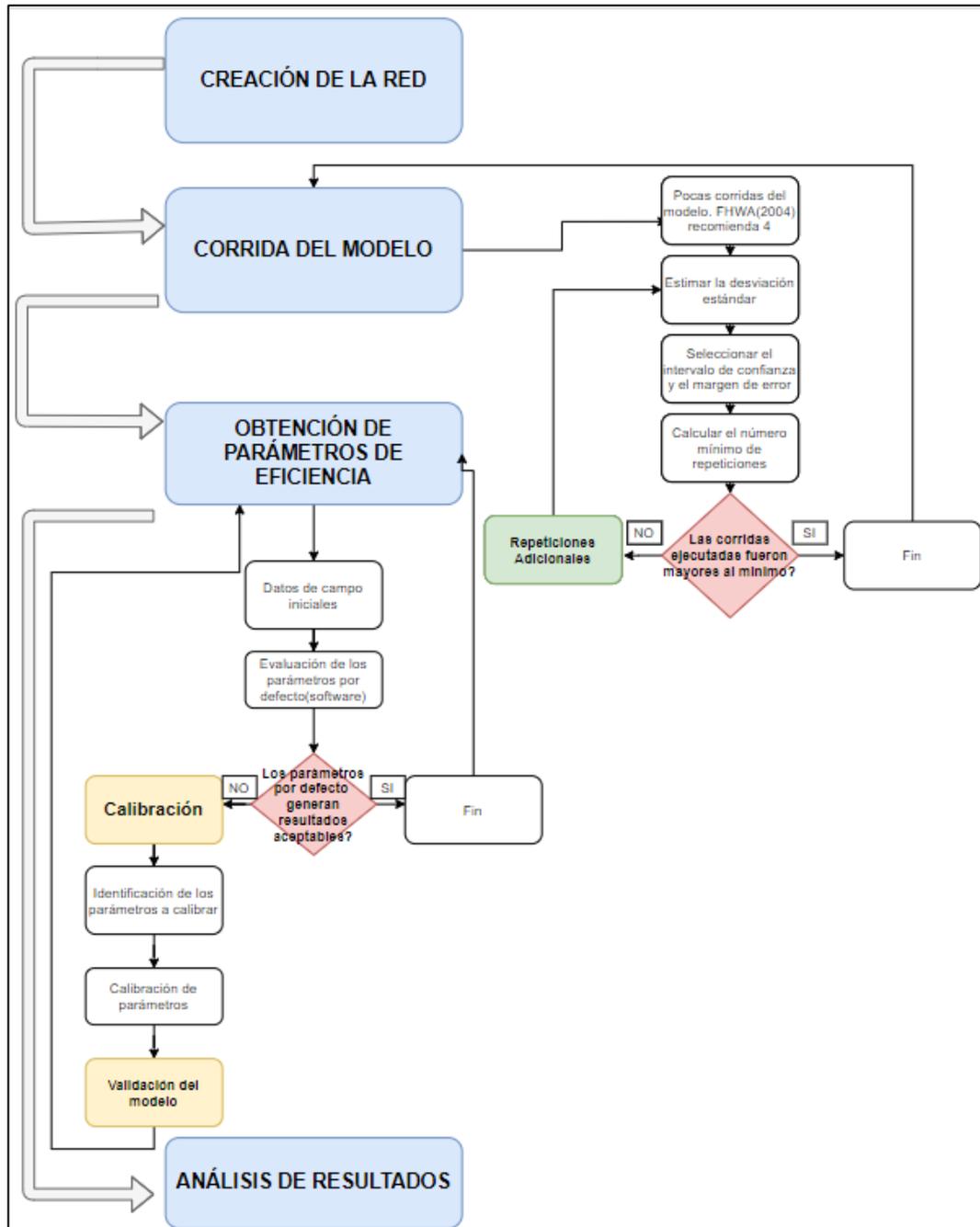


Figura N° 84 Fase de Modelamiento  
 (Fuente propia)

El proceso de calibración requiere de una evaluación de los parámetros de eficiencia elegidos, así como de los volúmenes vehiculares simulados como se muestra en la figura N°85.

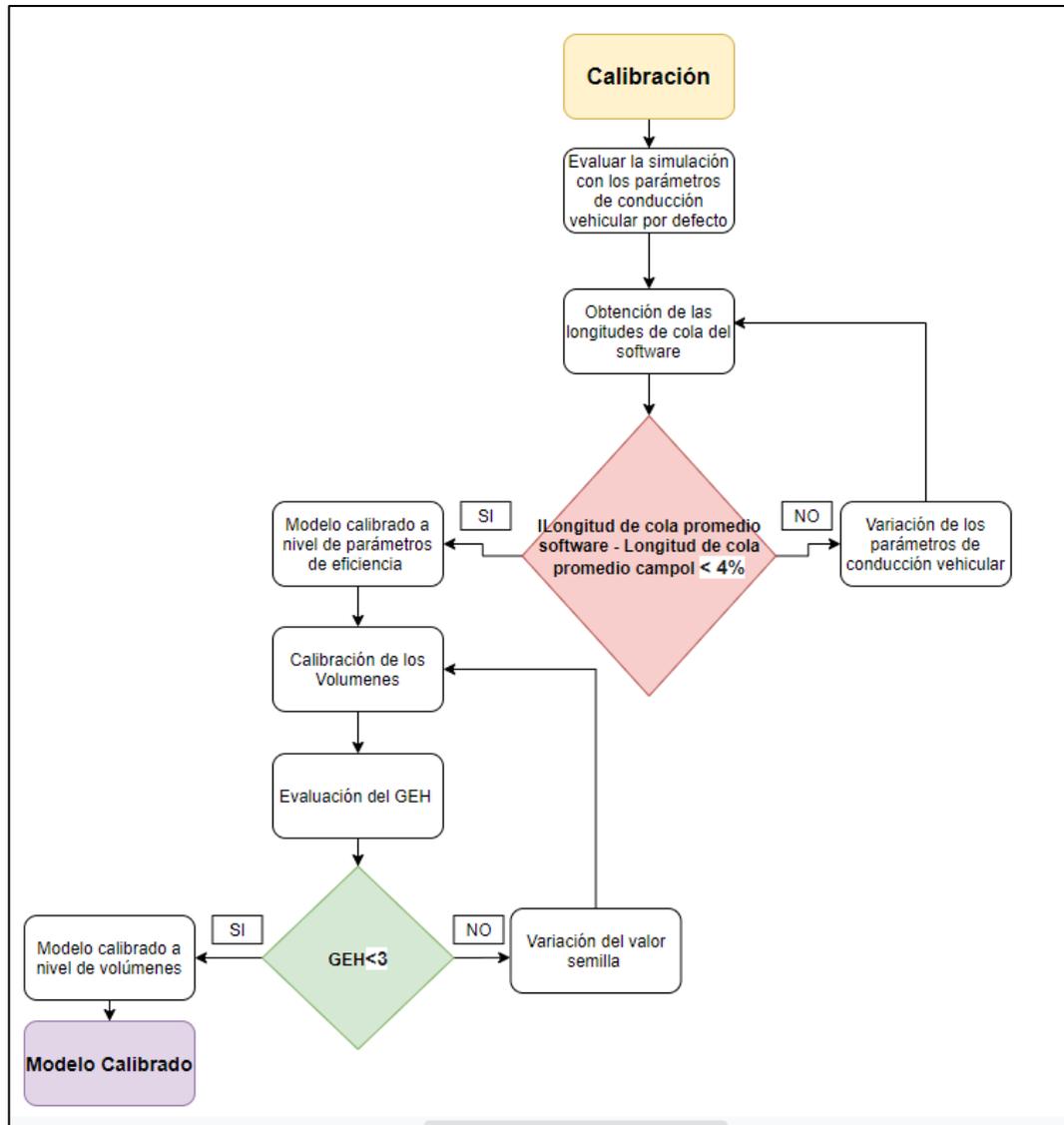


Figura N° 85 Proceso de calibración del modelo simulado  
(Fuente propia)

#### 4.1 DESARROLLO DEL MODELO SITUACIÓN ACTUAL.

##### 4.1.1 Obtención y escala del Background.

Para el desarrollo del modelo se necesita de un Background que es la imagen base para el trazado de las vías en la simulación. Para esto seguiremos los siguientes pasos:

- Se busca la zona en Google Earth y se procede a guardarla en una carpeta común con los archivos que se genera en Vissim.



Figura N° 86 Ubicación de la zona en Google earth.  
(Fuente Google earth)

- En Vissim se usa la opción Background imagen, ubicamos la imagen guardada y la abrimos.

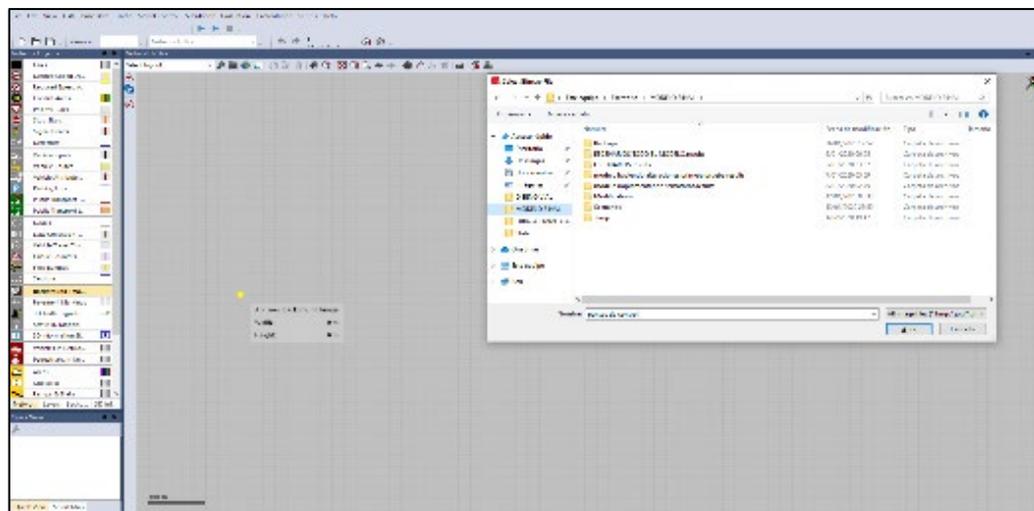


Figura N° 87 Insertar la imagen guardada.  
(Fuente propia)

- Luego se procede a escalar la imagen. Para esto debemos conocer alguna distancia real dentro de la imagen.

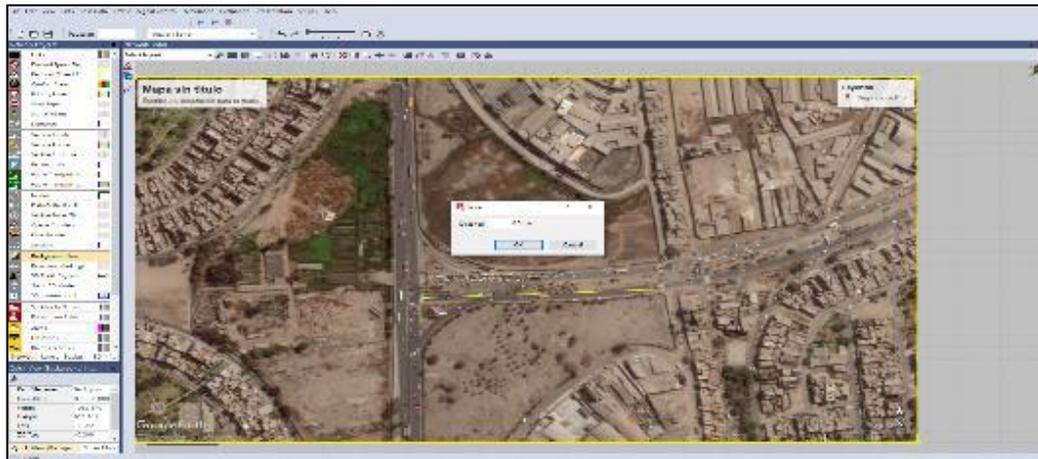


Figura N° 88 Escalar imagen.  
 (Fuente propia)

#### 4.1.2 Carriles y conectores.

Con la imagen ya insertada y escalada se procede a dibujar los carriles del modelo para esto se usan las características geométricas de las secciones transversales fueron descritas en el capítulo III. Así mismo se realizaron algunas mediciones insitu.

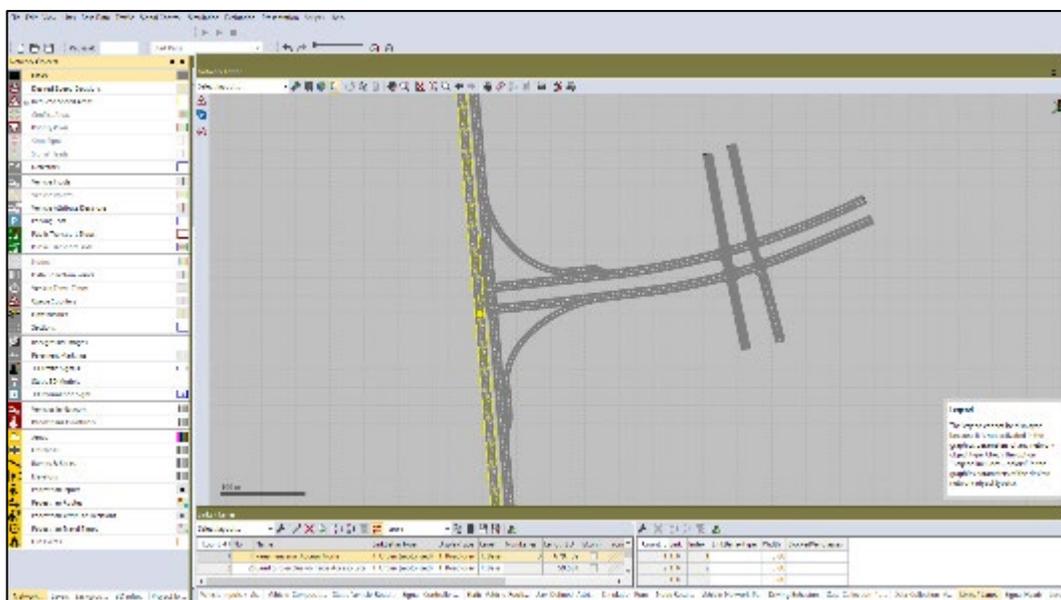


Figura N° 89 Creación de carriles.  
 (Fuente propia)

Se procede a trazar los conectores asociados a giros.

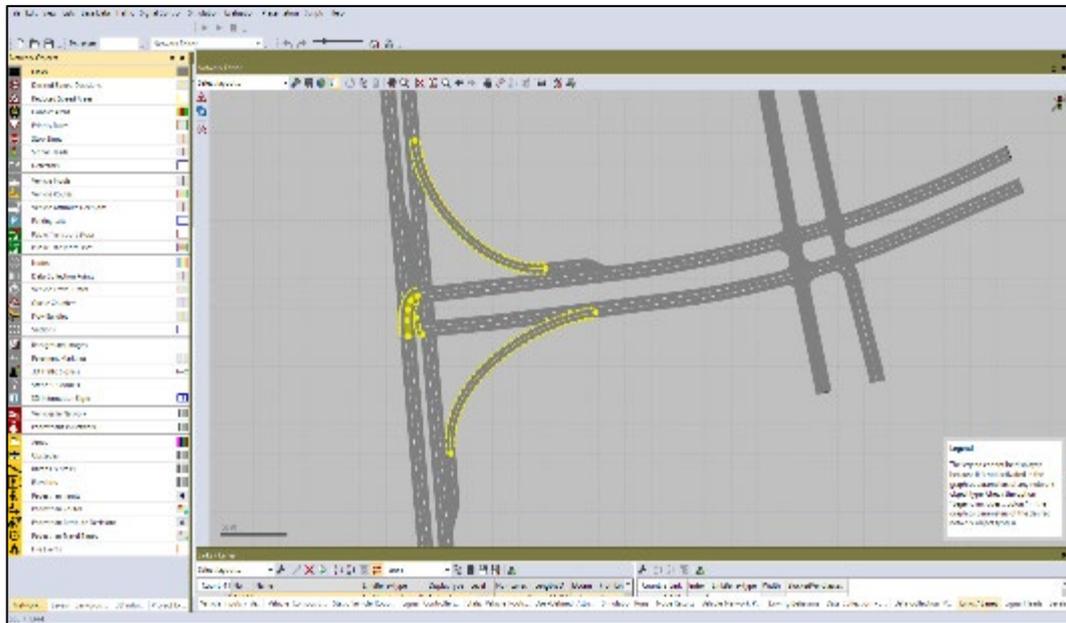


Figura N° 90 Creación de los conectores.  
(Fuente propia)

Así se tiene la infraestructura completa

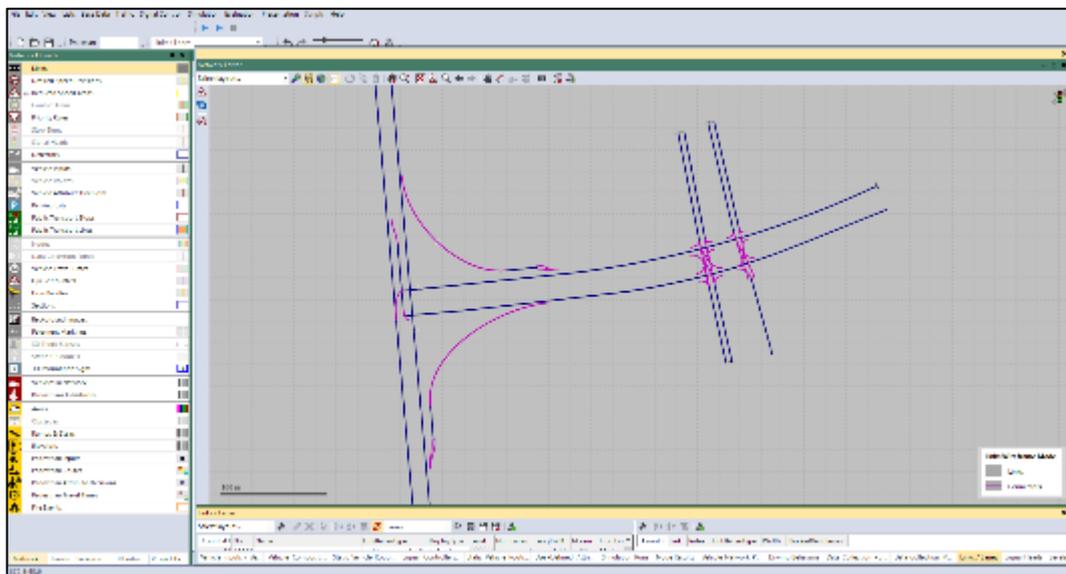


Figura N° 91 Infraestructura completa  
(Fuente propia)

#### 4.1.3 Zonas de conflicto.

En ambas intersecciones existen dispositivos de control, dicho dispositivo regulará los conflictos existentes en dichas áreas. Para los carriles de aceleración y giro se procede a dar una prioridad.

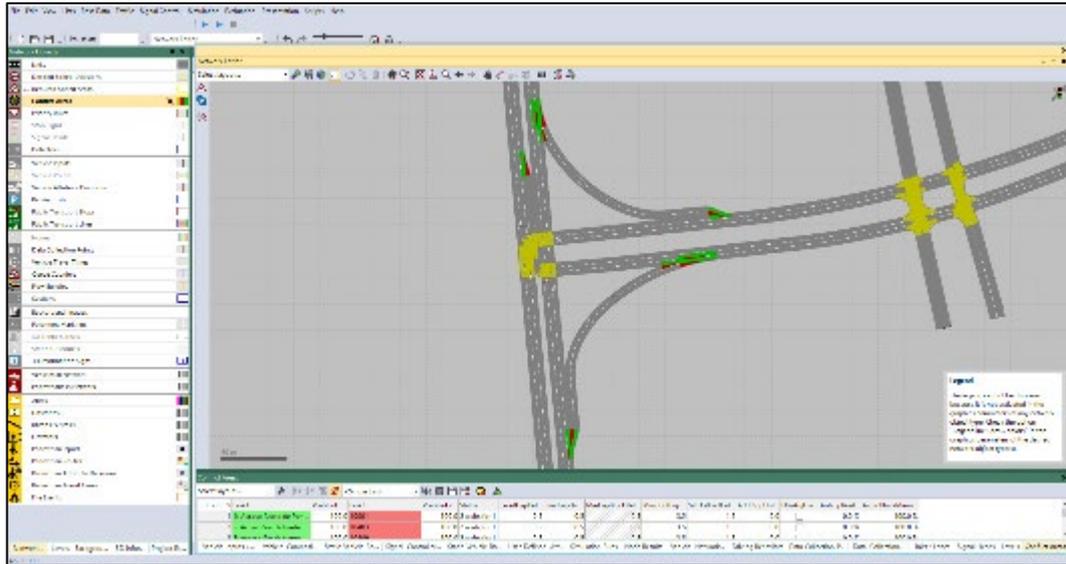


Figura N° 92 Vista Zonas de conflictos y asignación de prioridad.  
 (Fuente propia)

#### 4.1.4 Composición vehicular.

Definimos los tipos de vehículos estos son los aforados que servirán para realizar la simulación. El programa presenta tipos y modelos de vehículos predeterminados. Si un tipo de vehículo como es el caso de la combi y la camioneta no se hallan predeterminados se procede a importarlos.

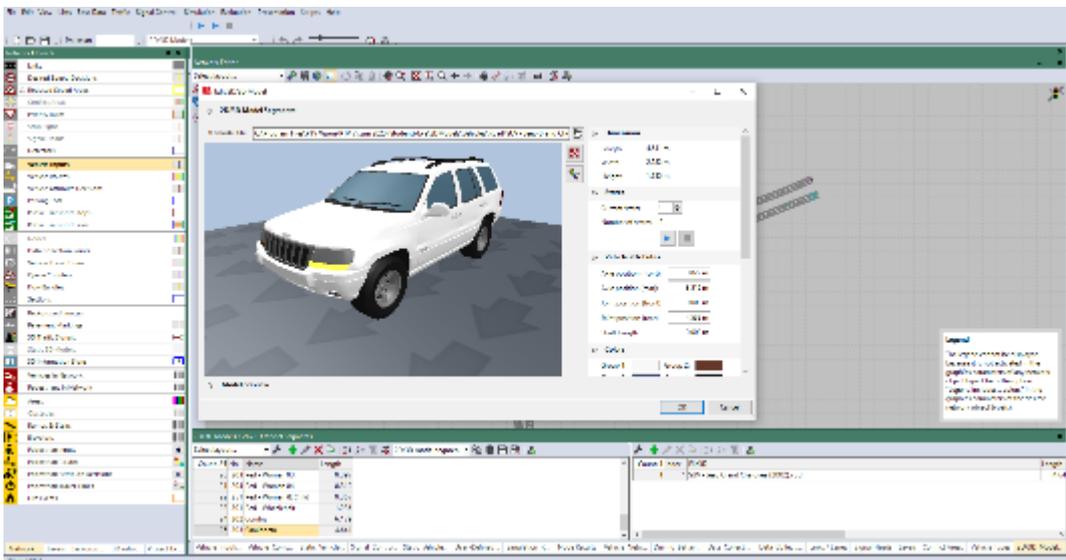


Figura N° 93 Importación de vehículos en PTV-Vissim.  
 (Fuente propia)

Luego procedemos a crear la composición vehicular para cada acceso. Dicha información sale del flujograma.

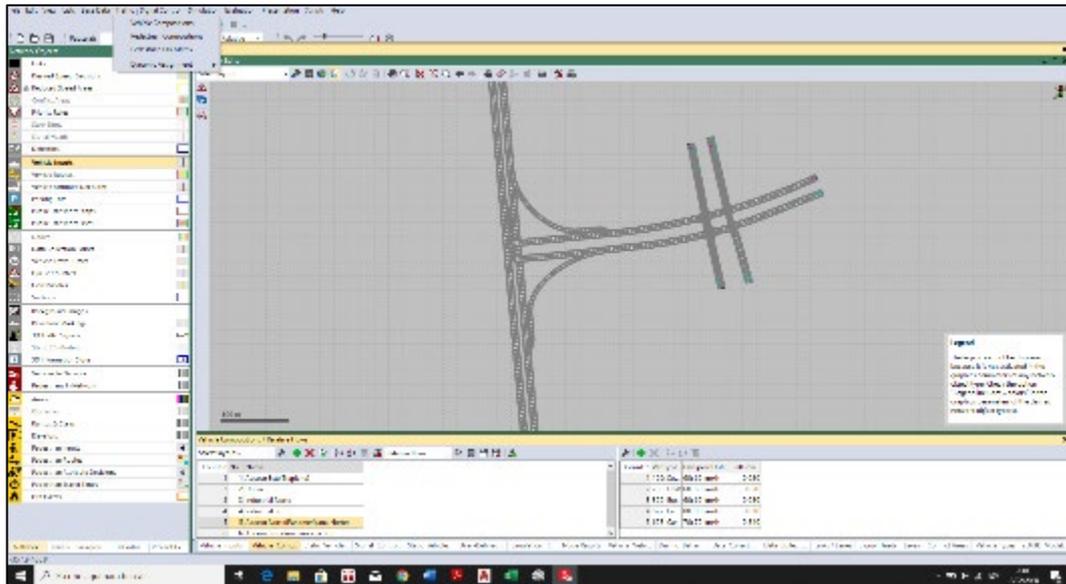


Figura N° 94 Composición vehicular por acceso en PTV-Vissim.  
 (Fuente propia)

Luego se procede a ingresar el volumen vehicular (vehículos mixtos) por accesos dicha información se encuentra en los flujogramas.

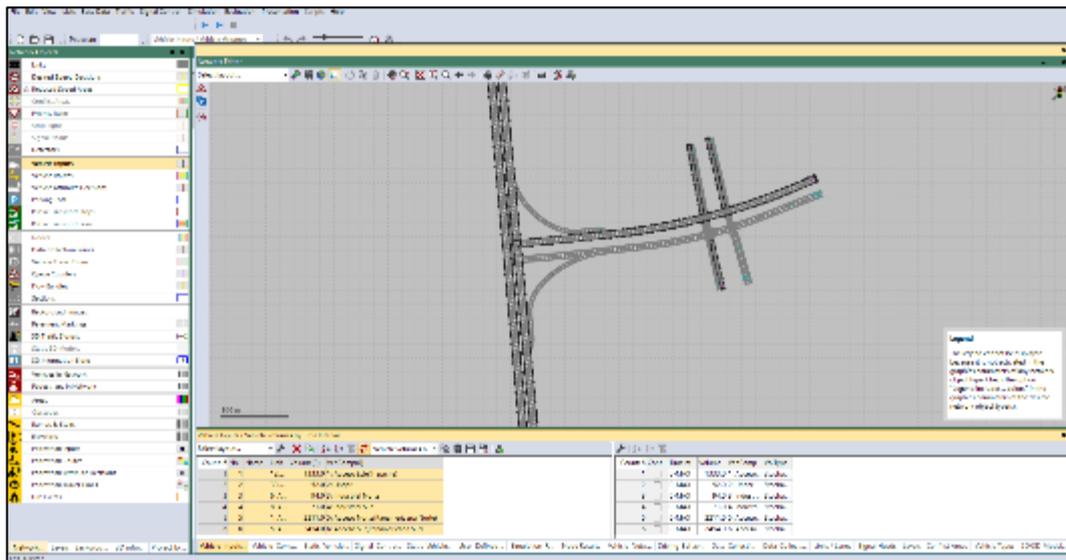


Figura N° 95 Volumen vehicular por accesos en el modelo en PTV-Vissim  
 (Fuente propia).

#### 4.1.5 Rutas vehiculares.

Las rutas vehiculares son los giros y direcciones que puede seguir un flujo vehicular desde su punto de origen hasta su destino, la información se extraerá de los flujogramas.

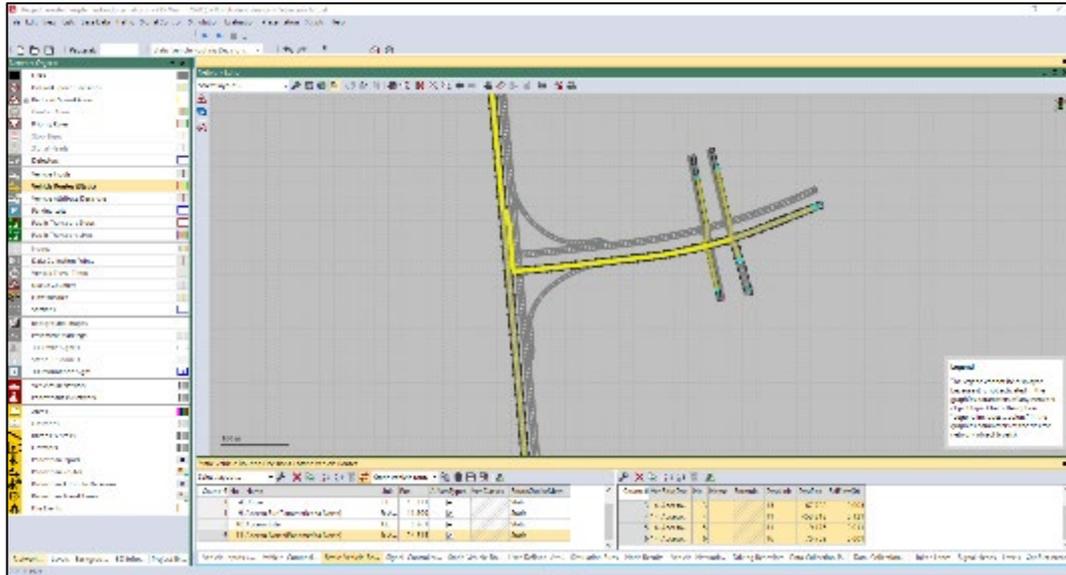


Figura N° 96 Asignación de rutas en el modelo de microsimulación.  
(Fuente propia)

#### 4.1.6 Dispositivos de control.

Sabiendo el ciclo semafórico de cada intersección, así como las fases en cada una de estas intersecciones, procedemos a insertar los semáforos.

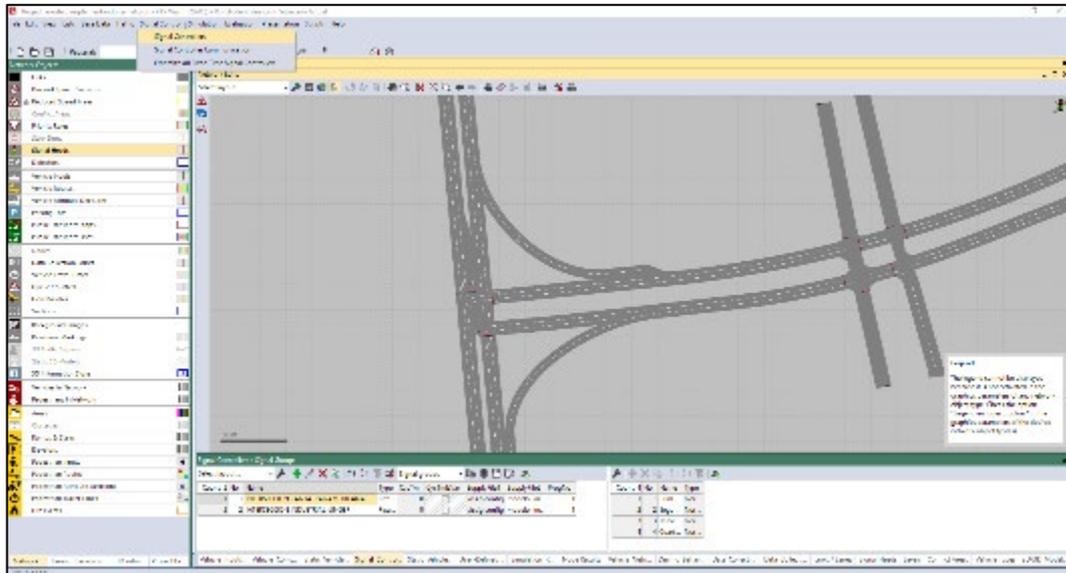


Figura N° 97 Creación de las señales de control.  
(Fuente propia)

Agregar las fases semafóricas

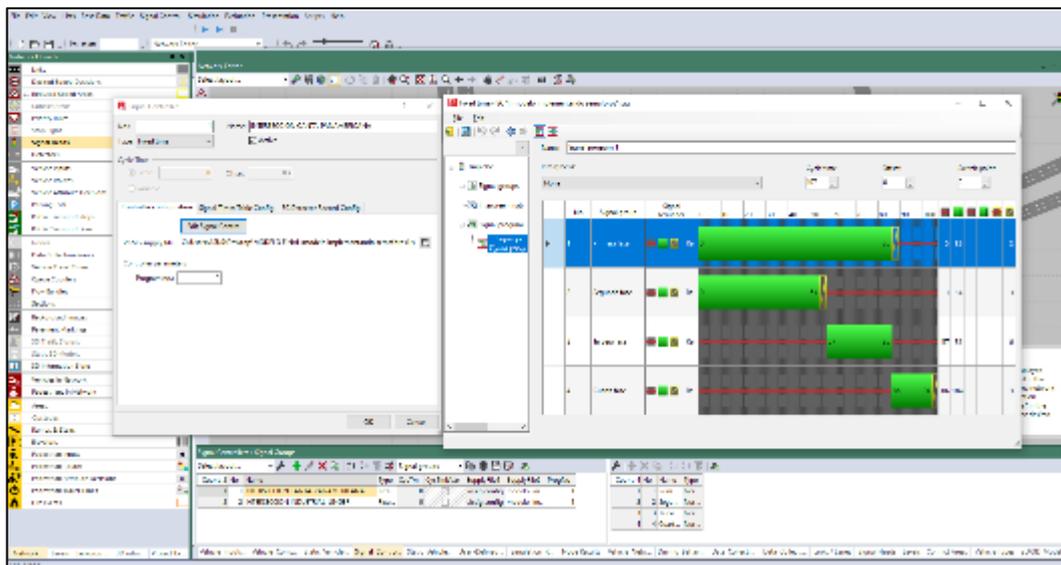


Figura N° 98 Creación de los programas de señal.  
(Fuente propia)

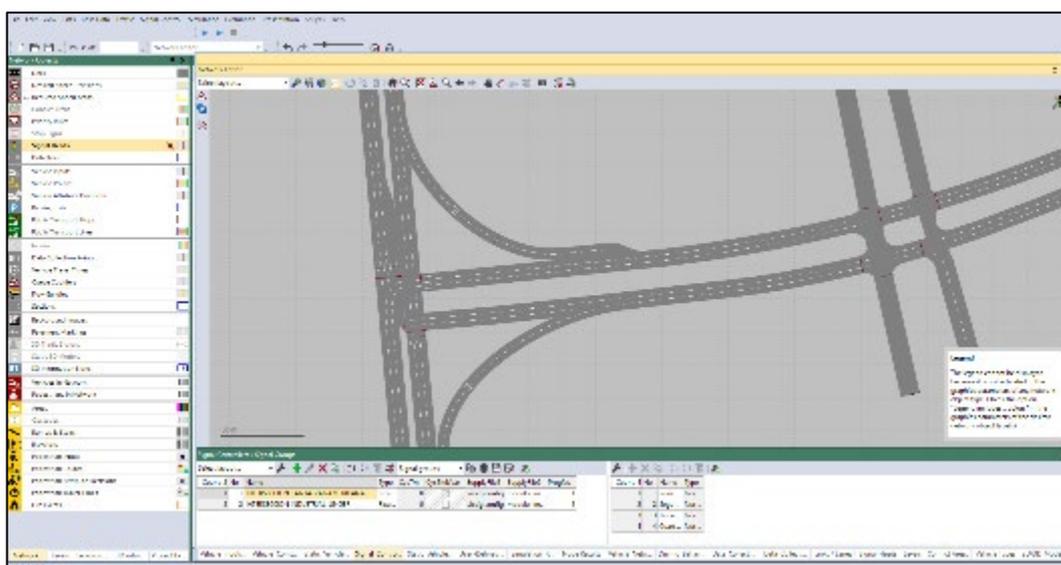


Figura N° 99 Asignación de semáforos en el modelo de microsimulación.  
(Fuente propia)

#### 4.1.7 Obstáculo y mobiliario urbano.

Se modelan los obstáculos y mobiliario urbano que caracterizan a la zona.

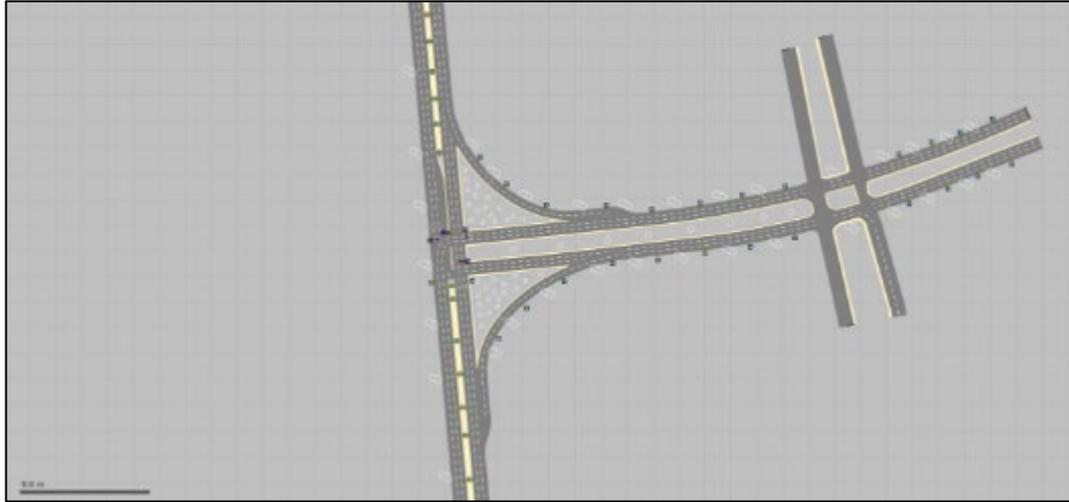


Figura N° 100 Modelo 2D con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)



Figura N° 101 Modelo 3D con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)

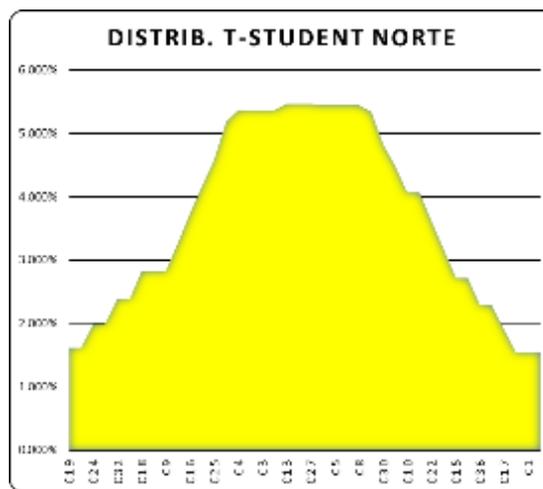
## 4.2 SIMULACIÓN, CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO.

### 4.2.1 Simulación.

Inicialmente para saber el número de corridas que se deben de realizar en el software debemos de hacer un análisis estadístico. Para esto usaremos los valores de longitudes de colas que se midieron en campo.

	Longitud de Cola Norte(m)	
C19	35 m	1.620%
C39	35 m	1.620%
C24	36 m	1.988%
C34	36 m	1.988%
C32	37 m	2.394%
C33	37 m	2.394%
C18	38 m	2.829%
C31	38 m	2.829%
C9	38 m	2.829%
C28	39 m	3.281%
C16	40 m	3.733%
C7	41 m	4.170%
C25	42 m	4.570%
C26	44 m	5.189%
C4	45 m	5.375%
C20	45 m	5.375%
C3	45 m	5.375%
C6	45 m	5.375%
C13	46 m	5.464%
C21	46 m	5.464%
C27	46 m	5.464%
C2	47 m	5.451%
C5	47 m	5.451%
C14	47 m	5.451%
C8	47 m	5.451%
C37	48 m	5.337%
C30	50 m	4.835%
C38	51 m	4.474%
C10	52 m	4.063%
C40	52 m	4.063%
C22	53 m	3.621%
C23	54 m	3.167%
C15	55 m	2.718%
C35	55 m	2.718%
C36	56 m	2.289%
C11	56 m	2.289%
C17	57 m	1.892%
C29	58 m	1.535%
C1	58 m	1.535%
C12	58 m	1.535%

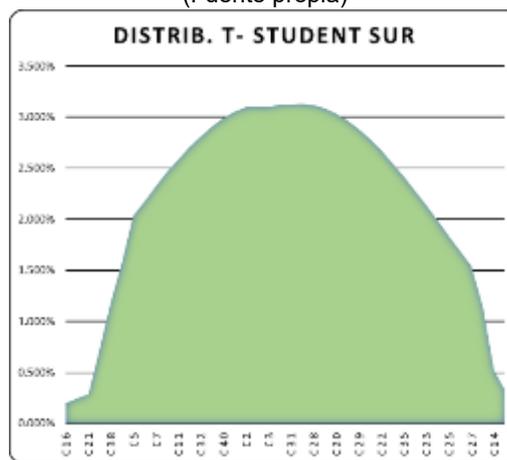
Figura N° 102 Longitudes de cola Norte para el carril de giro izquierdo.  
(Fuente propia)



Longitud de Cola Norte	
Media	46.375
Desv. Est.	7.291
Error (10%)	4.638
t	2.093
Nro Corridas	10.829

	Longitud de Cola Sur(m)	
C16	103 m	0.203%
C36	104 m	0.243%
C21	105 m	0.289%
C1	111 m	0.722%
C38	115 m	1.176%
C34	118 m	1.589%
C5	121 m	2.032%
C37	122 m	2.179%
C7	123 m	2.322%
C12	124 m	2.459%
C11	125 m	2.588%
C19	126 m	2.708%
C32	127 m	2.815%
C33	128 m	2.909%
C40	129 m	2.988%
C30	130 m	3.050%
C2	131 m	3.094%
C17	131 m	3.094%
C3	131 m	3.094%
C15	132 m	3.120%
C31	132 m	3.120%
C39	133 m	3.127%
C28	134 m	3.114%
C9	135 m	3.083%
C20	136 m	3.033%
C18	137 m	2.966%
C29	138 m	2.882%
C13	139 m	2.784%
C22	140 m	2.672%
C8	141 m	2.549%
C35	142 m	2.417%
C10	143 m	2.278%
C23	144 m	2.134%
C24	145 m	1.986%
C25	146 m	1.838%
C26	147 m	1.690%
C27	148 m	1.544%
C4	151 m	1.136%
C14	157 m	0.521%
C6	160 m	0.325%

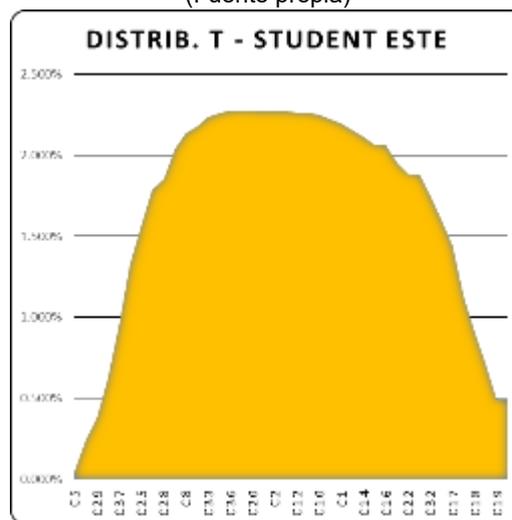
Figura N° 103 Longitudes de cola Sur para los tres carriles de frente.  
(Fuente propia)



Longitud de Cola Sur	
Media	132.846
Dev. Est.	12.758
Error (10%)	13.285
t	2.093
Nro Corridas	4.040

	Longitud de Cola Este(m)	
C5	150 m	0.052%
C26	161 m	0.238%
C29	165 m	0.377%
C35	170 m	0.621%
C37	175 m	0.945%
C3	180 m	1.324%
C25	183 m	1.559%
C38	186 m	1.782%
C28	187 m	1.852%
C23	190 m	2.037%
C8	192 m	2.135%
C40	193 m	2.175%
C33	195 m	2.236%
C30	196 m	2.256%
C36	198 m	2.275%
C15	198 m	2.275%
C20	198 m	2.275%
C31	199 m	2.273%
C2	199 m	2.273%
C27	199 m	2.273%
C12	200 m	2.264%
C7	200 m	2.264%
C10	201 m	2.247%
C4	202 m	2.224%
C1	203 m	2.193%
C39	204 m	2.156%
C14	205 m	2.113%
C11	206 m	2.063%
C16	206 m	2.063%
C24	208 m	1.949%
C22	209 m	1.885%
C13	209 m	1.885%
C32	211 m	1.747%
C34	213 m	1.597%
C17	215 m	1.442%
C6	219 m	1.130%
C18	222 m	0.909%
C21	225 m	0.711%
C19	229 m	0.489%
C9	229 m	0.489%

Figura N° 104 Longitud de cola Este para los 03 carriles de giro izquierdo.  
(Fuente propia)



Longitud de Cola Este	
Media	198.250
Desv. Est.	17.535
Error (10%)	19.825
t	2.093
Nro Corridas	3.427

Numero de corridas Norte	Numero de corridas Sur	Numero de corridas Este
11	5	4
<b>Numero de corridas totales</b>		
20		

Figura N° 105 Número de corridas necesarias.  
(Fuente propia)

Se correrá el modelo 20 veces con un tiempo de simulación 4200 segundos, pues se tomarán los primeros 600 segundos como tiempo del Warm-up (tiempo de calentamiento de la red) para que el modelo tome las condiciones iniciales vistas en campo. Adicionalmente, en cada corrida haremos una variación del valor semilla para que tenga las características estocásticas necesarias.

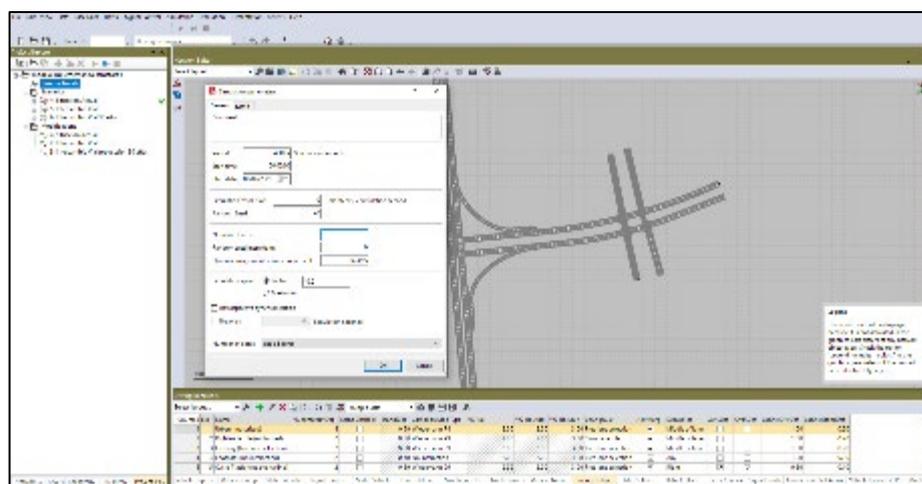


Figura N° 106 Parámetros de simulación.  
(Fuente propia)

#### 4.2.1.1 Volúmenes simulados.

Se muestran los valores de los volúmenes simulados para cada una de las 20 simulaciones y el tiempo de toma de datos en los cuadros.

Cuadro N° 15 Resultados de la simulación #1

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
1	600-4200	1:Acceso Sur	1769
1	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	892
1	600-4200	3:Acceso Norte	1880
1	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300
1	600-4200	5:Acceso Este	740
1	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	350

(Fuente propia)

Cuadro N° 16 Resultados de la simulación #2

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
2	600-4200	1:Acceso Sur	1759
2	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	880
2	600-4200	3:Acceso Norte	1870
2	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	290
2	600-4200	5:Acceso Este	730
2	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	330

(Fuente propia)

Cuadro N° 17 Resultados de la simulación #3

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
3	600-4200	1:Acceso Sur	1770
3	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	895
3	600-4200	3:Acceso Norte	1850
3	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	292
3	600-4200	5:Acceso Este	742
3	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	320

(Fuente propia)

Cuadro N° 18 Resultados de la simulación #4

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
4	600-4200	1:Acceso Sur	1760
4	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	860
4	600-4200	3:Acceso Norte	1850
4	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300
4	600-4200	5:Acceso Este	720
4	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	320

(Fuente propia)

Cuadro N° 19 Resultados de la simulación #5

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
5	600-4200	1:Acceso Sur	1790
5	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	885
5	600-4200	3:Acceso Norte	1875
5	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	295
5	600-4200	5:Acceso Este	735
5	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	335

(Fuente propia)

Cuadro N° 20 Resultados de la simulación #6

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
6	600-4200	1:Acceso Sur	1755
6	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	875
6	600-4200	3:Acceso Norte	1865
6	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	305
6	600-4200	5:Acceso Este	725
6	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	338

(Fuente propia)

Cuadro N° 21 Resultados de la simulación #7

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
7	600-4200	1:Acceso Sur	1763
7	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	888
7	600-4200	3:Acceso Norte	1888
7	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300
7	600-4200	5:Acceso Este	724
7	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	328

(Fuente propia)

Cuadro N° 22 Resultados de la simulación #8

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
8	600-4200	1:Acceso Sur	1769
8	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	876
8	600-4200	3:Acceso Norte	1877
8	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	297
8	600-4200	5:Acceso Este	733
8	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	333

(Fuente propia)

Cuadro N° 23 Resultados de la simulación #9

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
9	600-4200	1:Acceso Sur	1795
9	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	882
9	600-4200	3:Acceso Norte	1873
9	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	297
9	600-4200	5:Acceso Este	740
9	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	331

(Fuente propia)

Cuadro N° 24 Resultados de la simulación #10

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
10	600-4200	1:Acceso Sur	1767
10	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	883
10	600-4200	3:Acceso Norte	1877
10	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	298
10	600-4200	5:Acceso Este	746
10	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	339

(Fuente propia)

Cuadro N° 25 Resultados de la simulación #11

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
11	600-4200	1:Acceso Sur	1739
11	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	869
11	600-4200	3:Acceso Norte	1866
11	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	308
11	600-4200	5:Acceso Este	741
11	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	348

(Fuente propia)

Cuadro N° 26 Resultados de la simulación #12

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
12	600-4200	1:Acceso Sur	1749
12	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	885
12	600-4200	3:Acceso Norte	1876
12	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	308
12	600-4200	5:Acceso Este	743
12	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345

(Fuente propia)

Cuadro N° 27 Resultados de la simulación #13

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
13	600-4200	1:Acceso Sur	1777
13	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	887
13	600-4200	3:Acceso Norte	1867
13	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	287
13	600-4200	5:Acceso Este	735
13	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345

(Fuente propia)

Cuadro N° 28 Resultados de la simulación #14

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
14	600-4200	1:Acceso Sur	1798
14	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	878
14	600-4200	3:Acceso Norte	1867
14	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300
14	600-4200	5:Acceso Este	750
14	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345

(Fuente propia)

Cuadro N° 29 Resultados de la simulación #15

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
15	600-4200	1:Acceso Sur	1789
15	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	876
15	600-4200	3:Acceso Norte	1865
15	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	293
15	600-4200	5:Acceso Este	739
15	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	336

(Fuente propia)

Cuadro N° 30 Resultados de la simulación #16

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
16	600-4200	1:Acceso Sur	1783
16	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	883
16	600-4200	3:Acceso Norte	1864
16	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	311
16	600-4200	5:Acceso Este	741
16	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	342

(Fuente propia)

Cuadro N° 31 Resultados de la simulación #17

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
17	600-4200	1:Acceso Sur	1789
17	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	900
17	600-4200	3:Acceso Norte	1890
17	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	315
17	600-4200	5:Acceso Este	723
17	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	335

(Fuente propia)

Cuadro N° 32 Resultados de la simulación #18

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
18	600-4200	1:Acceso Sur	1795
18	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	887
18	600-4200	3:Acceso Norte	1886
18	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	315
18	600-4200	5:Acceso Este	746
18	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	349

(Fuente propia)

Cuadro N° 33 Resultados de la simulación #19

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
19	600-4200	1:Acceso Sur	1800
19	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	899
19	600-4200	3:Acceso Norte	1885
19	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	313
19	600-4200	5:Acceso Este	746
19	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	346

(Fuente propia)

Cuadro N° 34 Resultados de la simulación #20

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados
20	600-4200	1:Acceso Sur	1793
20	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	895
20	600-4200	3:Acceso Norte	1891
20	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	315
20	600-4200	5:Acceso Este	740
20	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	347

(Fuente propia)

#### 4.2.1.2 Parámetros de eficiencia simulados.

El parámetro de eficiencia elegido fue la longitud de cola, se toman las colas de los 3 accesos usando los mismos parámetros que se usaron para los volúmenes.

#### 4.2.2 Calibración del modelo.

Parámetros de simulación Wiedmann 74. Este modelo es una versión mejorada del modelo de seguimiento de vehículo de Wiedemann 1974, el cual tiene los siguientes parámetros:

- Distancia media en detención (ax). Define la distancia deseada promedio entre vehículos detenidos. Tiene una variación entre -1.0 m y +1.0 m que



$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (M - C)^2}{M + C}}$$

Donde M es el volumen de tráfico por hora a partir del modelo de tráfico y C es el conteo de tráfico por hora en el campo.

Valores más pequeños de GEH indican un mejor ajuste entre flujos observados y modelados, se considera que para valores de GEH menores a 5 el modelo se encuentra calibrado, pero para enlaces importantes se considera un valor máximo de 3 en volúmenes según The Traffic Modelling Guidelines producido por Transport for London (TfL) Streets Traffic Directorate.

La variación de los volúmenes se hace mediante un cambio en el valor semilla el cual cambia el arribo del flujo vehicular.

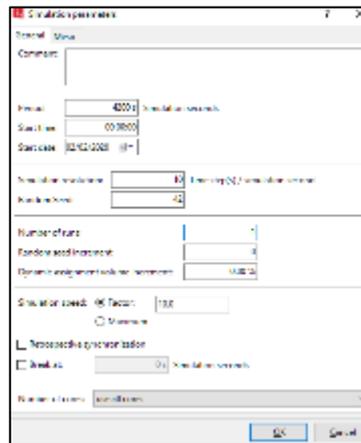


Figura N° 108 Parámetro del valor semilla.  
(Fuente propia)

Los volúmenes de campo para calibrar el modelo se muestran en el cuadro N°34.

Cuadro N° 35 Volúmenes de Campo

Toma de Datos	Volumen de Campo
1: Acceso Sur	1800
2: Acceso Sur giro derecha	900
3: Acceso Norte	1893
4: Acceso Norte giro izquierda	318
5: Acceso Este	751
6: Acceso Este giro derecha	354

(Elaboración propia)

En el software se crean el atributo GEH para poder calibrar los modelos como se observa en la figura N°103.

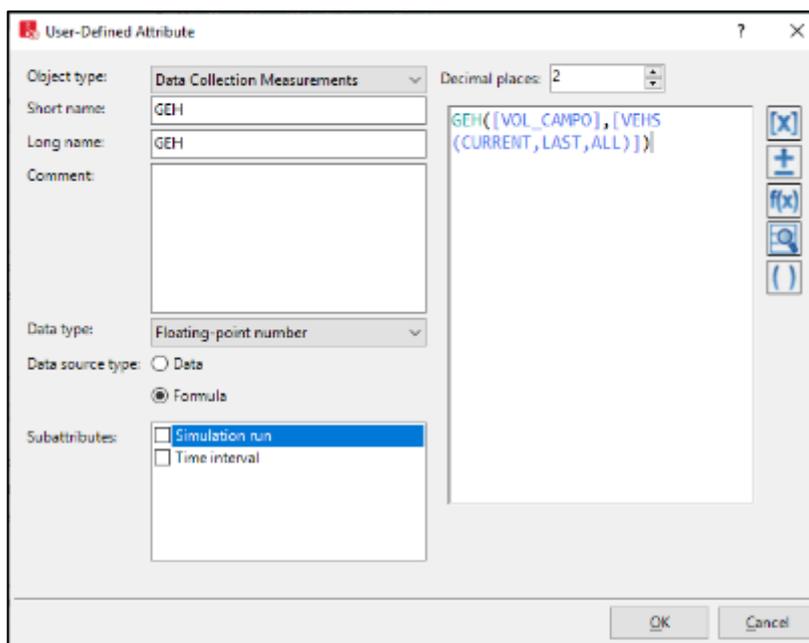


Figura N° 109 Creación del campo GEH.  
(Fuente propia)

A continuación, se muestran todos los valores GEH para cada una de las 20 corridas en los siguientes cuadros.

Cuadro N° 36 Resultados de la simulación #1

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
1	600-4200	1:Acceso Sur	1769	1800	0.73384344
1	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	892	900	0.26726124
1	600-4200	3:Acceso Norte	1880	1893	0.29930567
1	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300	318	1.02398422
1	600-4200	5:Acceso Este	740	751	0.40287365
1	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	350	354	0.21320072

(Elaboración propia)

Cuadro N° 37 Resultados de la simulación #2

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
2	600-4200	1:Acceso Sur	1759	1800	0.97192972
2	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	880	900	0.67040152
2	600-4200	3:Acceso Norte	1870	1893	0.53024395
2	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	290	318	1.60591014
2	600-4200	5:Acceso Este	730	751	0.77171468
2	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	330	354	1.29777137

(Elaboración propia)

Cuadro N° 38 Resultados de la simulación #3

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
3	600-4200	1:Acceso Sur	1770	1800	0.7100716
3	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	895	900	0.16689863
3	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1893	0.9939706
3	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	292	318	1.48875567
3	600-4200	5:Acceso Este	742	751	0.32940304
3	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	320	354	1.85209802

(Elaboración propia)

Cuadro N° 39 Resultados de la simulación #4

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
4	600-4200	1:Acceso Sur	1760	1800	0.94809093
4	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	860	900	1.34839972
4	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1893	0.9939706
4	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300	318	1.02398422
4	600-4200	5:Acceso Este	720	751	1.1430635
4	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	320	354	1.85209802

(Elaboración propia)

Cuadro N° 40 Resultados de la simulación #5

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
5	600-4200	1:Acceso Sur	1790	1800	0.23603031
5	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	885	900	0.50209645
5	600-4200	3:Acceso Norte	1875	1893	0.41469811
5	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	295	318	1.3137496
5	600-4200	5:Acceso Este	735	751	0.58698307
5	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	335	354	1.02366767

(Elaboración propia)

Cuadro N° 41 Resultados de la simulación #6

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
6	600-4200	1:Acceso Sur	1755	1800	1.0673521
6	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	875	900	0.83918136
6	600-4200	3:Acceso Norte	1865	1893	0.64594366
6	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	305	318	0.73657051
6	600-4200	5:Acceso Este	725	751	0.95707323
6	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	338	354	0.86016533

(Elaboración propia)

Cuadro N° 42 Resultados de la simulación #7

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
7	600-4200	1:Acceso Sur	1763	1800	0.87661482
7	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	888	900	0.40134004
7	600-4200	3:Acceso Norte	1888	1893	0.11499572
7	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300	318	1.02398422
7	600-4200	5:Acceso Este	724	751	0.99422059
7	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	328	354	1.40797894

(Elaboración propia)

Cuadro N° 43 Resultados de la simulación #8

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
8	600-4200	1:Acceso Sur	1769	1800	0.73384344
8	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	876	900	0.80538727
8	600-4200	3:Acceso Norte	1877	1893	0.36852275
8	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	297	318	1.19755849
8	600-4200	5:Acceso Este	733	751	0.66080079
8	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	333	354	1.13306787

(Elaboración propia)

Cuadro N° 44 Resultados de la simulación #9

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
9	600-4200	1:Acceso Sur	1795	1800	0.11793306
9	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	882	900	0.60302269
9	600-4200	3:Acceso Norte	1873	1893	0.46089801
9	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	297	318	1.19755849
9	600-4200	5:Acceso Este	740	751	0.40287365
9	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	331	354	1.24278942

(Elaboración propia)

Cuadro N° 45 Resultados de la simulación #10

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
10	600-4200	1:Acceso Sur	1767	1800	0.78140715
10	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	883	900	0.5693617
10	600-4200	3:Acceso Norte	1877	1893	0.36852275
10	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	298	318	1.13960576
10	600-4200	5:Acceso Este	746	751	0.18275703
10	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	339	354	0.80582296

(Elaboración propia)

Cuadro N° 46 Resultados de la simulación #11

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
11	600-4200	1:Acceso Sur	1739	1800	1.45012203
11	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	869	900	1.04234809
11	600-4200	3:Acceso Norte	1866	1893	0.62279139
11	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	308	318	0.56523342
11	600-4200	5:Acceso Este	741	751	0.36612601
11	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	348	354	0.32025631

(Elaboración propia)

Cuadro N° 47 Resultados de la simulación #12

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
12	600-4200	1:Acceso Sur	1749	1800	1.21068782
12	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	885	900	0.50209645
12	600-4200	3:Acceso Norte	1876	1893	0.39160736
12	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	308	318	0.56523342
12	600-4200	5:Acceso Este	743	751	0.29270469
12	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345	354	0.48141423

(Elaboración propia)

Cuadro N° 48 Resultados de la simulación #13

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
13	600-4200	1:Acceso Sur	1777	1800	0.5438553
13	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	887	900	0.43490668
13	600-4200	3:Acceso Norte	1867	1893	0.59964529
13	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	287	318	1.78237468
13	600-4200	5:Acceso Este	735	751	0.58698307
13	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345	354	0.48141423

(Elaboración propia)

Cuadro N° 49 Resultados de la simulación #14

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
14	600-4200	1:Acceso Sur	1798	1800	0.04715355
14	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	878	900	0.73785632
14	600-4200	3:Acceso Norte	1867	1893	0.59964529
14	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	300	318	1.02398422
14	600-4200	5:Acceso Este	750	751	0.03650267
14	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345	354	0.48141423

(Elaboración propia)

Cuadro N° 50 Resultados de la simulación #15

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
15	600-4200	1:Acceso Sur	1789	1800	0.25966951
15	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	876	900	0.80538727
15	600-4200	3:Acceso Norte	1865	1893	0.64594366
15	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	293	318	1.43032392
15	600-4200	5:Acceso Este	739	751	0.43964598
15	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	336	354	0.96908742

(Elaboración propia)

Cuadro N° 51 Resultados de la simulación #16

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
16	600-4200	1:Acceso Sur	1783	1800	0.40164329
16	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	883	900	0.5693617
16	600-4200	3:Acceso Norte	1864	1893	0.66910211
16	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	311	318	0.39471871
16	600-4200	5:Acceso Este	741	751	0.36612601
16	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	342	354	0.64326752

(Elaboración propia)

Cuadro N° 52 Resultados de la simulación #17

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
17	600-4200	1:Acceso Sur	1789	1800	0.25966951
17	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	900	900	0
17	600-4200	3:Acceso Norte	1890	1893	0.06897919
17	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	315	318	0.16862983
17	600-4200	5:Acceso Este	723	751	1.03139326
17	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	335	354	1.02366767

(Elaboración propia)

Cuadro N° 53 Resultados de la simulación #18

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
18	600-4200	1:Acceso Sur	1795	1800	0.11793306
18	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	887	900	0.43490668
18	600-4200	3:Acceso Norte	1886	1893	0.1610366
18	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	315	318	0.16862983
18	600-4200	5:Acceso Este	746	751	0.18275703
18	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	349	354	0.26669037

(Elaboración propia)

Cuadro N° 54 Resultados de la simulación #19

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
19	600-4200	1:Acceso Sur	1800	1800	0
19	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	899	900	0.0333426
19	600-4200	3:Acceso Norte	1885	1893	0.18406618
19	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	313	318	0.28149476
19	600-4200	5:Acceso Este	746	751	0.18275703
19	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	346	354	0.42761799

(Elaboración propia)

Cuadro N° 55 Resultados de la simulación #20

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehículos Simulados	Volumen de Campo	GEH
20	600-4200	1:Acceso Sur	1793	1800	0.16515223
20	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	895	900	0.16689863
20	600-4200	3:Acceso Norte	1891	1893	0.04598005
20	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	315	318	0.16862983
20	600-4200	5:Acceso Este	740	751	0.40287365
20	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	347	354	0.37389876

(Elaboración propia)

En la figura N°104 se muestra la variación del GEH para cada simulación por medio de un gráfico de barras.

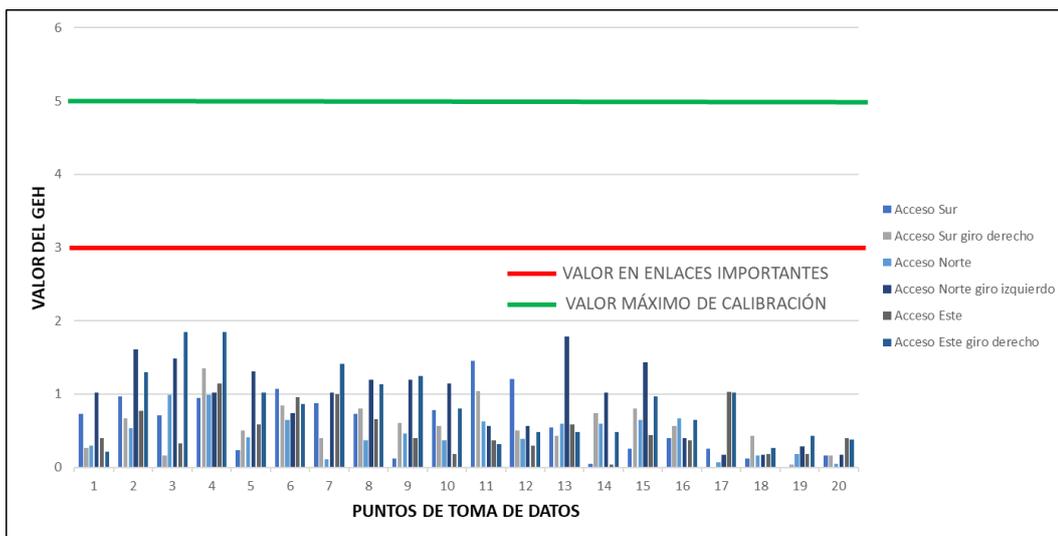


Figura N° 110 Valor GEH para cada simulación.  
 (Fuente propia)

Como se observa en los cuadros y en la figura N°104 el valor de GEH máximo observado en las corridas es 1.85209802 que es menor a 3 que es el valor para enlaces importantes permitido según The Traffic Modelling Guidelines producido por Transport for London (TfL) Streets Traffic Directorate, por lo cual se considera calibrado los volúmenes de la simulación.

#### 4.2.2.2 Calibración de parámetros de eficiencia.

Al tratarse de un estudio a nivel microscópico y debido a la empleabilidad del software Vissim para la microsimulación se utilizarán los parámetros de conducción vehicular. La figura N°105 muestra los parámetros por defecto de Wiedemann 74.

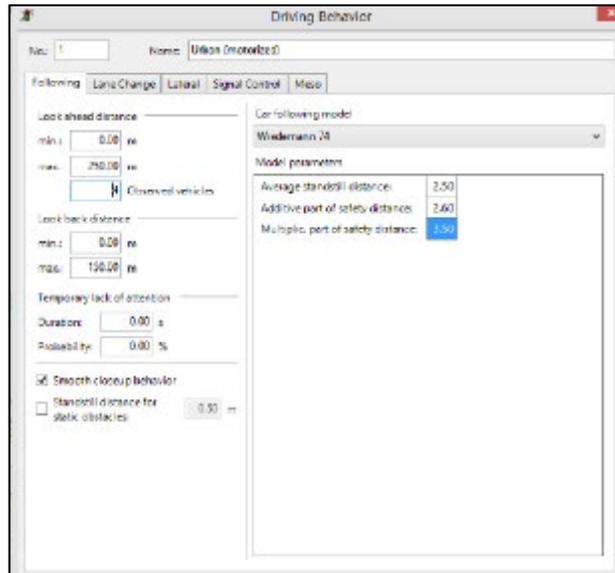


Figura N° 111 Parámetros por defecto de Wiedemann 74 en Vissim.  
(Fuente propia)

Se realizó la calibración mediante ajustes en los parámetros de Wiedemann 74 cuyo objetivo es replicar el comportamiento del flujo vehicular. Los parámetros de Wiedemann se modifican hasta conseguir que los resultados obtenidos mediante el software representen a los de campo, con un margen de error de  $\pm 10\%$  según The Traffic Modelling Guidelines producido por Transport for London (TfL) Streets Traffic Directorate.

Cuadro N° 56 Longitudes de Cola: acceso Sur 03 carriles, acceso Este 03 carriles y acceso Norte 01 carril

N° de corrida	Nombre	Intervalo de Tiempo	Longitud de cola promedio simulado(m)	Longitud de Cola promedio en campo(m)	error(%)
1	Acceso Sur	600-4200	133.98	132	1.5%
1	Acceso Norte	600-4200	46.37	46	0.8%
1	Acceso Este	600-4200	201.96	198	2.0%
2	Acceso Sur	600-4200	134.77	132	2.1%
2	Acceso Norte	600-4200	46.60	46	1.3%
2	Acceso Este	600-4200	199.39	198	0.7%
3	Acceso Sur	600-4200	132.66	132	0.5%
3	Acceso Norte	600-4200	46.92	46	2.0%
3	Acceso Este	600-4200	200.57	198	1.3%
4	Acceso Sur	600-4200	135.30	132	2.5%
4	Acceso Norte	600-4200	46.87	46	1.9%
4	Acceso Este	600-4200	200.77	198	1.4%
5	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
5	Acceso Norte	600-4200	47.15	46	2.5%
5	Acceso Este	600-4200	203.15	198	2.6%
6	Acceso Sur	600-4200	135.70	132	2.8%
6	Acceso Norte	600-4200	46.97	46	2.1%
6	Acceso Este	600-4200	201.56	198	1.8%
7	Acceso Sur	600-4200	133.19	132	0.9%
7	Acceso Norte	600-4200	46.23	46	0.5%
7	Acceso Este	600-4200	202.16	198	2.1%
8	Acceso Sur	600-4200	132.92	132	0.7%
8	Acceso Norte	600-4200	46.74	46	1.6%
8	Acceso Este	600-4200	203.35	198	2.7%
9	Acceso Sur	600-4200	133.06	132	0.8%
9	Acceso Norte	600-4200	47.10	46	2.4%
9	Acceso Este	600-4200	200.97	198	1.5%
10	Acceso Sur	600-4200	132.40	132	0.3%
10	Acceso Norte	600-4200	47.06	46	2.3%
10	Acceso Este	600-4200	202.95	198	2.5%
11	Acceso Sur	600-4200	135.56	132	2.7%
11	Acceso Norte	600-4200	47.33	46	2.9%
11	Acceso Este	600-4200	201.56	198	1.8%
12	Acceso Sur	600-4200	134.24	132	1.7%
12	Acceso Norte	600-4200	46.87	46	1.9%
12	Acceso Este	600-4200	199.39	198	0.7%
13	Acceso Sur	600-4200	135.43	132	2.6%
13	Acceso Norte	600-4200	47.29	46	2.8%
13	Acceso Este	600-4200	199.19	198	0.6%
14	Acceso Sur	600-4200	132.92	132	0.7%
14	Acceso Norte	600-4200	46.87	46	1.9%
14	Acceso Este	600-4200	200.77	198	1.4%
15	Acceso Sur	600-4200	135.43	132	2.6%
15	Acceso Norte	600-4200	47.24	46	2.7%
15	Acceso Este	600-4200	199.58	198	0.8%
16	Acceso Sur	600-4200	135.43	132	2.6%
16	Acceso Norte	600-4200	46.69	46	1.5%
16	Acceso Este	600-4200	199.39	198	0.7%
17	Acceso Sur	600-4200	134.51	132	1.9%
17	Acceso Norte	600-4200	47.10	46	2.4%
17	Acceso Este	600-4200	203.15	198	2.6%
18	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
18	Acceso Norte	600-4200	46.78	46	1.7%
18	Acceso Este	600-4200	199.78	198	0.9%
19	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
19	Acceso Norte	600-4200	47.20	46	2.6%
19	Acceso Este	600-4200	199.58	198	0.8%
20	Acceso Sur	600-4200	135.70	132	2.8%
20	Acceso Norte	600-4200	46.78	46	1.7%
20	Acceso Este	600-4200	200.57	198	1.3%

(Fuente propia)

Como se observa en el cuadro N°56 se obtienen las colas promedio simuladas para cada acceso para las 20 simulaciones.

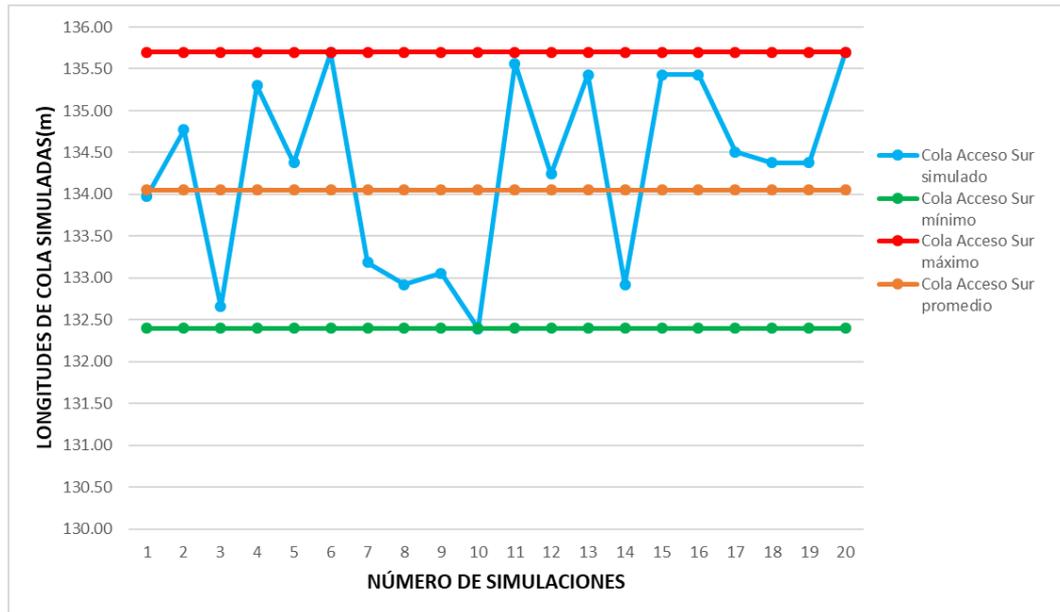


Figura N° 112 Longitudes de Cola Acceso Sur Simuladas.  
 (Fuente propia)

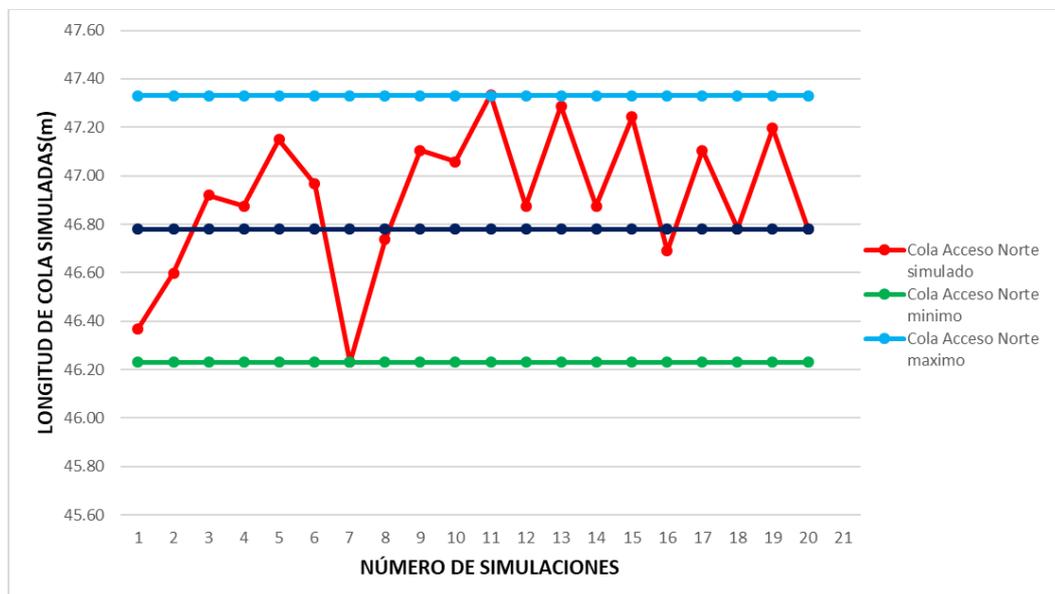


Figura N° 113 Longitudes de Cola Acceso Norte Simuladas.  
 (Fuente propia)

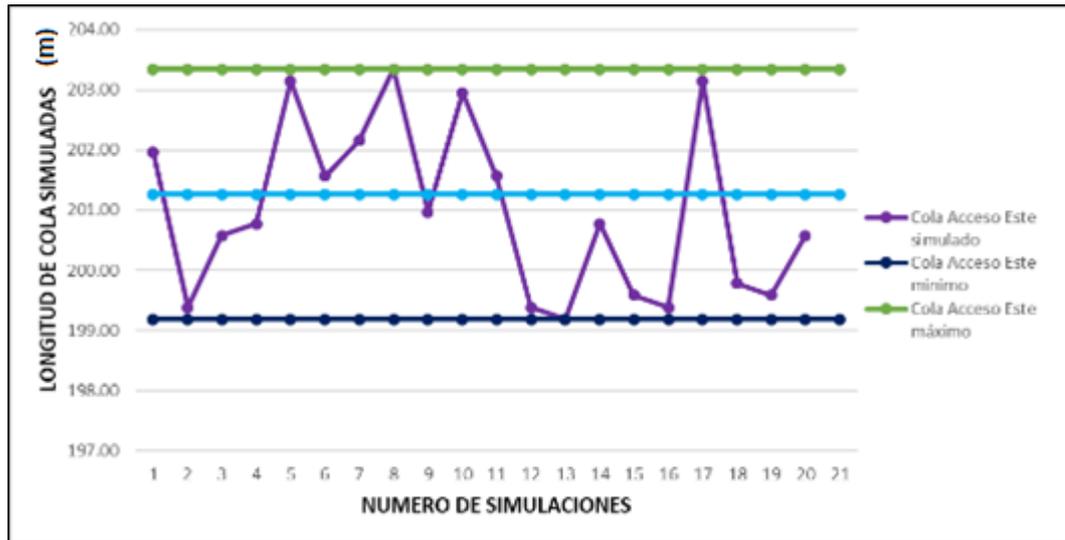


Figura N° 114 Longitudes de Cola Acceso Este Simuladas.  
 (Fuente propia)

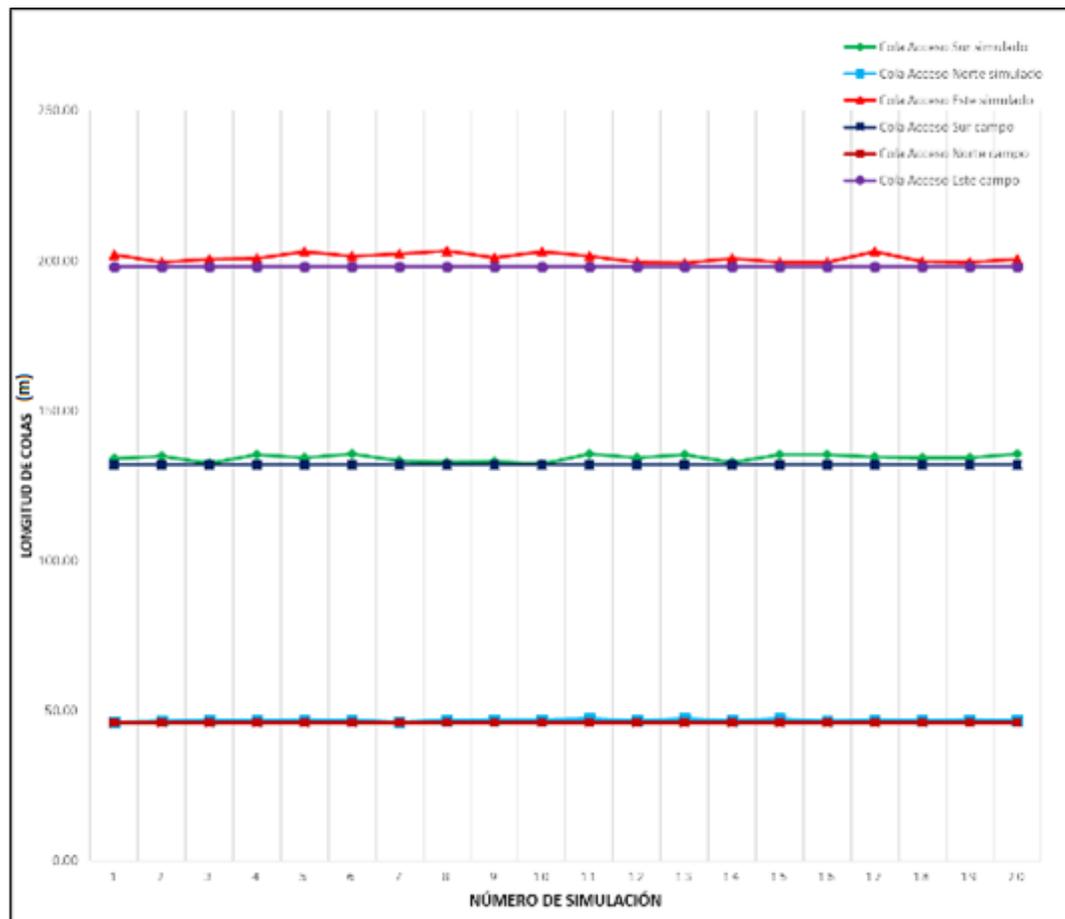


Figura N° 115 Longitudes de Cola simuladas y de campo.  
 (Fuente propia)

Como se observa en la figura N°109 el error máximo porcentual es de 2.9% por lo cual se considera que esta calibrado en las longitudes de cola.

#### 4.2.3 Validación del modelo.

Luego de calibrado el modelo, se debe evaluar el comportamiento tanto vehicular para una nueva data de entrada, una vez ingresados los datos, se asigna los mismos parámetros de comportamiento del conductor que se hallaron en el proceso de calibración. Se ejecutan 20 corridas nuevamente.

Para la validación se realiza un conteo de flujo vehicular en la zona de estudio en los mismos puntos de aforo obteniendo los siguientes resultados en la hora punta:

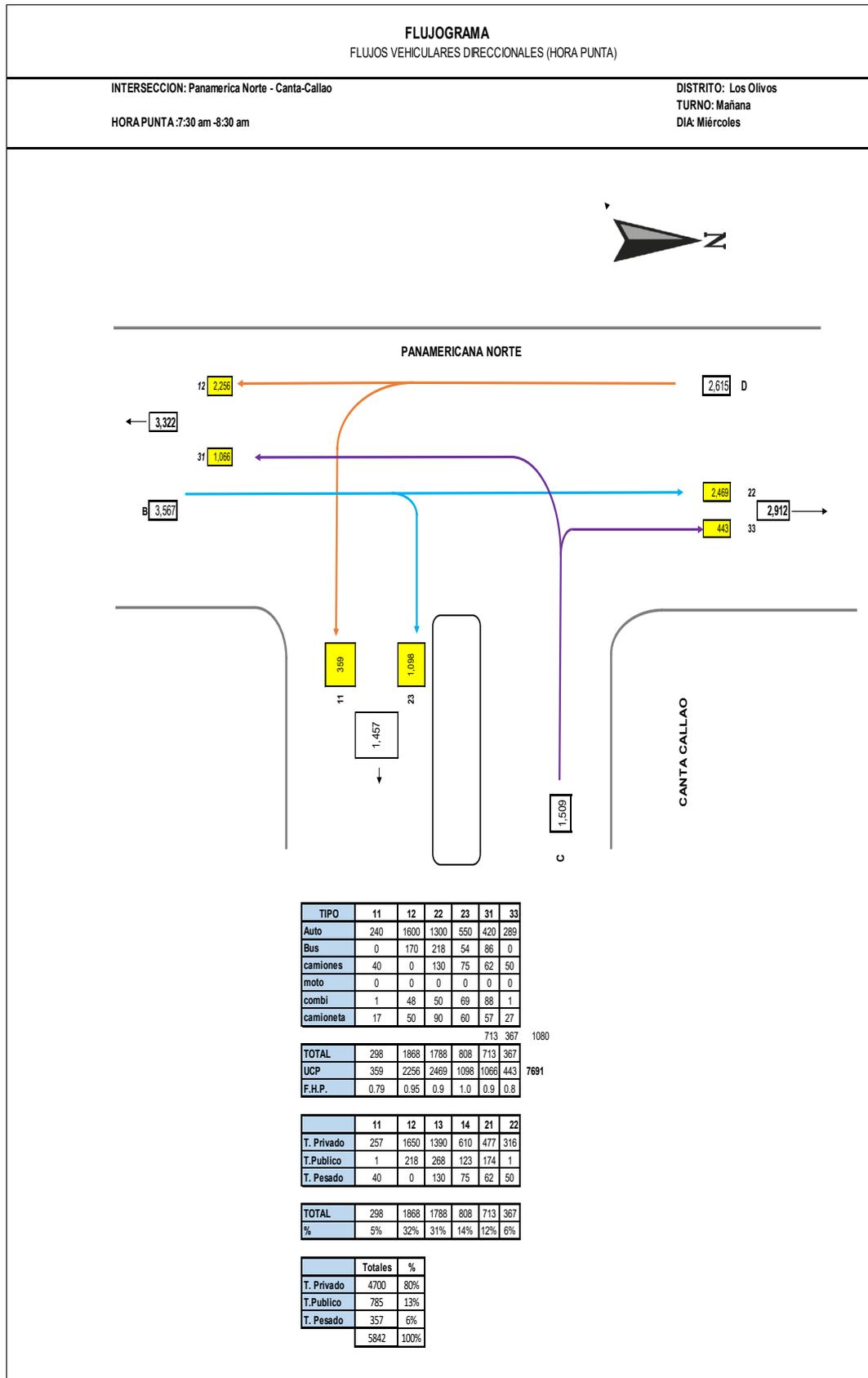


Figura N° 116 Flujograma intersección Panamericana/ Canta-Callao.  
(Fuente propia)

#### 4.2.3.1 Validación de los volúmenes

Se procede a simular los valores de la hora punta con los mismos parámetros con los que se realizó la primera simulación. Los volúmenes de campo usados se observan en el cuadro, estos son los mismos puntos de control que se usaron para la calibración.

Cuadro N° 57 Volúmenes de Campo para Validación

Toma de datos	Volumen de campo
1:Acceso Sur	1788
2:Acceso Sur giro derecha	808
3:Acceso Norte	1868
4:Acceso Norte giro izquierda	298
5:Acceso Este	713
6:Acceso Este giro derecha	367

(Elaboración propia)

Procedemos a realizar las 20 simulaciones, y el cálculo del GEH para validar los nuevos datos de campo como se muestra a continuación:

Cuadro N° 58 Resultados de la simulación #1

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
1	600-4200	1:Acceso Sur	1769	1788	0.45053306
1	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	790	808	0.63679422
1	600-4200	3:Acceso Norte	1820	1868	1.11779144
1	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	270	298	1.66149432
1	600-4200	5:Acceso Este	700	713	0.48908829
1	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	350	367	0.89785115

(Elaboración propia)

Cuadro N° 59 Resultados de la simulación #2

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
2	600-4200	1:Acceso Sur	1759	1788	0.68862439
2	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	788	808	0.70799233
2	600-4200	3:Acceso Norte	1825	1868	1.00067673
2	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	292	298	0.34933351
2	600-4200	5:Acceso Este	700	713	0.48908829
2	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	330	367	1.98198486

(Elaboración propia)

Cuadro N° 60 Resultados de la simulación #3

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
3	600-4200	1:Acceso Sur	1770	1788	0.42676081
3	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	800	808	0.28213825
3	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
3	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	292	298	0.34933351
3	600-4200	5:Acceso Este	690	713	0.86838837
3	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	340	367	1.43604833

(Elaboración propia)

Cuadro N° 61 Resultados de la simulación #4

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
4	600-4200	1:Acceso Sur	1760	1788	0.66478502
4	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	795	808	0.45918912
4	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
4	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	278	298	1.1785113
4	600-4200	5:Acceso Este	700	713	0.48908829
4	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	350	367	0.89785115

(Elaboración propia)

Cuadro N° 62 Resultados de la simulación #5

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
5	600-4200	1:Acceso Sur	1770	1788	0.42676081
5	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	780	808	0.99368282
5	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
5	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	270	298	1.66149432
5	600-4200	5:Acceso Este	690	713	0.86838837
5	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	340	367	1.43604833

(Elaboración propia)

Cuadro N° 63 Resultados de la simulación #6

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
6	600-4200	1:Acceso Sur	1765	1788	0.54568904
6	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	789	808	0.6723821
6	600-4200	3:Acceso Norte	1859	1868	0.20848644
6	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	280	298	1.05882353
6	600-4200	5:Acceso Este	700	713	0.48908829
6	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	338	367	1.54460856

(Elaboración propia)

Cuadro N° 64 Resultados de la simulación #7

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
7	600-4200	1:Acceso Sur	1763	1788	0.59330727
7	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	798	808	0.35289234
7	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
7	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	270	298	1.66149432
7	600-4200	5:Acceso Este	705	713	0.30044631
7	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	340	367	1.43604833

(Elaboración propia)

Cuadro N° 65 Resultados de la simulación #8

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
8	600-4200	1:Acceso Sur	1740	1788	1.14285714
8	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	790	808	0.63679422
8	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
8	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	270	298	1.66149432
8	600-4200	5:Acceso Este	710	713	0.11246925
8	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	340	367	1.43604833

(Elaboración propia)

Cuadro N° 66 Resultados de la simulación #9

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
9	600-4200	1:Acceso Sur	1795	1788	0.16538253
9	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	790	808	0.63679422
9	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
9	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	278	298	1.1785113
9	600-4200	5:Acceso Este	690	713	0.86838837
9	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	340	367	1.43604833

(Elaboración propia)

Cuadro N° 67 Resultados de la simulación #10

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
10	600-4200	1:Acceso Sur	1725	1788	1.50319898
10	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	792	808	0.56568542
10	600-4200	3:Acceso Norte	1856	1868	0.27809386
10	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	270	298	1.66149432
10	600-4200	5:Acceso Este	710	713	0.11246925
10	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	359	367	0.4198911

(Elaboración propia)

Cuadro N° 68 Resultados de la simulación #11

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
11	600-4200	1:Acceso Sur	1770	1788	0.42676081
11	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	789	808	0.6723821
11	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
11	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	280	298	1.05882353
11	600-4200	5:Acceso Este	690	713	0.86838837
11	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	340	367	1.43604833

(Elaboración propia)

Cuadro N° 69 Resultados de la simulación #12

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
12	600-4200	1:Acceso Sur	1770	1788	0.42676081
12	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	790	808	0.63679422
12	600-4200	3:Acceso Norte	1858	1868	0.23168268
12	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	278	298	1.1785113
12	600-4200	5:Acceso Este	710	713	0.11246925
12	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345	367	1.16599767

(Elaboración propia)

Cuadro N° 70 Resultados de la simulación #13

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
13	600-4200	1:Acceso Sur	1780	1788	0.18940549
13	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	789	808	0.6723821
13	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
13	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	278	298	1.1785113
13	600-4200	5:Acceso Este	700	713	0.48908829
13	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345	367	1.16599767

(Elaboración propia)

Cuadro N° 71 Resultados de la simulación #14

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
14	600-4200	1:Acceso Sur	1756	1788	0.76018294
14	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	789	808	0.6723821
14	600-4200	3:Acceso Norte	1850	1868	0.41747725
14	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	275	298	1.35883124
14	600-4200	5:Acceso Este	709	713	0.15001172
14	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	345	367	1.16599767

(Elaboración propia)

Cuadro N° 72 Resultados de la simulación #15

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
15	600-4200	1:Acceso Sur	1774	1788	0.33173865
15	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	777	808	1.10118949
15	600-4200	3:Acceso Norte	1854	1868	0.32453
15	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	290	298	0.46656947
15	600-4200	5:Acceso Este	700	713	0.48908829
15	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	347	367	1.05851225

(Elaboración propia)

Cuadro N° 73 Resultados de la simulación #16

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
16	600-4200	1:Acceso Sur	1770	1788	0.42676081
16	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	776	808	1.13707049
16	600-4200	3:Acceso Norte	1864	1868	0.09259855
16	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	280	298	1.05882353
16	600-4200	5:Acceso Este	678	713	1.32714837
16	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	342	367	1.32779763

(Elaboración propia)

Cuadro N° 74 Resultados de la simulación #17

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
17	600-4200	1:Acceso Sur	1771	1788	0.40299525
17	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	796	808	0.42373473
17	600-4200	3:Acceso Norte	1875	1868	0.16180917
17	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	276	298	1.29861894
17	600-4200	5:Acceso Este	703	713	0.37582301
17	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	358	367	0.47270316

(Elaboración propia)

Cuadro N° 75 Resultados de la simulación #18

N°de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehiculos Simulados	Volumen de Campo	GEH
18	600-4200	1:Acceso Sur	1778	1788	0.23682325
18	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	799	808	0.31750427
18	600-4200	3:Acceso Norte	1852	1868	0.37099112
18	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	278	298	1.1785113
18	600-4200	5:Acceso Este	709	713	0.15001172
18	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	349	367	0.95132956

(Elaboración propia)

Cuadro N° 76 Resultados de la simulación #19

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehículos Simulados	Volumen de Campo	GEH
19	600-4200	1:Acceso Sur	1759	1788	0.68862439
19	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	789	808	0.6723821
19	600-4200	3:Acceso Norte	1857	1868	0.25488516
19	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	278	298	1.1785113
19	600-4200	5:Acceso Este	708	713	0.18758062
19	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	346	367	1.112217

(Elaboración propia)

Cuadro N° 77 Resultados de la simulación #20

N° de corrida	Intervalo de tiempo	Toma de Datos	Vehículos Simulados	Volumen de Campo	GEH
20	600-4200	1:Acceso Sur	1769	1788	0.45053306
20	600-4200	2:Acceso Sur giro derecha	804	808	0.14089399
20	600-4200	3:Acceso Norte	1857	1868	0.25488516
20	600-4200	4:Acceso Norte giro derecha	285	298	0.76141964
20	600-4200	5:Acceso Este	701	713	0.45130645
20	600-4200	6:Acceso Este giro derecha	347	367	1.05851225

(Elaboración propia)

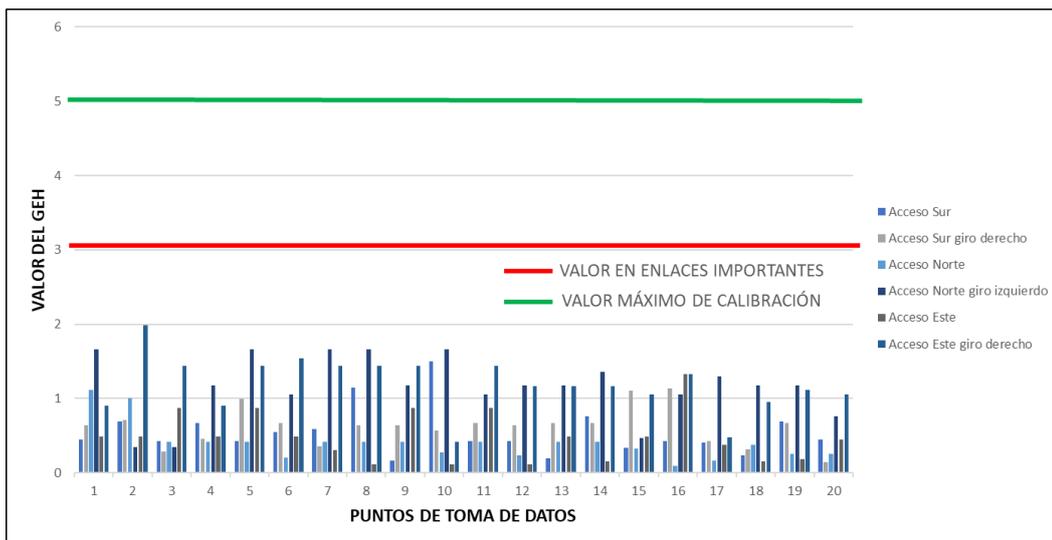


Figura N° 117 Valores de GEH para la validación de volúmenes.  
(Fuente propia)

Como se observa en los cuadros el valor de GEH máximo observado en las corridas es 1.9819 que es menor a 3 que es el valor para enlaces importantes permitido según The Traffic Modelling Guidelines producido por Transport for London (TfL) Streets Traffic Directorate, por lo cual se considera validado en volúmenes la simulación.

#### 4.2.3.2 Validación parámetros de eficiencia

Ahora validaremos las longitudes de cola por medio de un error porcentual entre el promedio de los datos de campo y los valores promedios de las longitudes de

cola obtenidos en la simulación, se debe de hacer un número suficiente de observaciones para mostrar una precisión de  $\pm 10\%$  según The Traffic Modelling Guidelines producido por Transport for London (TfL) Streets Traffic Directorate.

Se realizan 20 corridas para validar las longitudes de cola, las cuales se muestran a continuación.

Cuadro N° 78 Longitudes de Cola: acceso Sur 03 carriles, acceso Este 03 carriles y acceso Norte 01 carril

N° de corrida	Nombre	Intervalo de Tiempo	Longitud de cola promedio simulado(m)	Longitud de Cola promedio en campo(m)	error(%)
1	Acceso Sur	600-4200	122.40	120	2.0%
1	Acceso Norte	600-4200	40.40	40	1.0%
1	Acceso Este	600-4200	193.64	188	3.0%
2	Acceso Sur	600-4200	137.28	132	4.0%
2	Acceso Norte	600-4200	46.92	46	2.0%
2	Acceso Este	600-4200	203.74	198	2.9%
3	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
3	Acceso Norte	600-4200	47.15	46	2.5%
3	Acceso Este	600-4200	204.14	198	3.1%
4	Acceso Sur	600-4200	136.22	132	3.2%
4	Acceso Norte	600-4200	46.87	46	1.9%
4	Acceso Este	600-4200	200.77	198	1.4%
5	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
5	Acceso Norte	600-4200	47.15	46	2.5%
5	Acceso Este	600-4200	203.15	198	2.6%
6	Acceso Sur	600-4200	135.70	132	2.8%
6	Acceso Norte	600-4200	46.97	46	2.1%
6	Acceso Este	600-4200	201.56	198	1.8%
7	Acceso Sur	600-4200	134.51	132	1.9%
7	Acceso Norte	600-4200	46.69	46	1.5%
7	Acceso Este	600-4200	202.16	198	2.1%
8	Acceso Sur	600-4200	133.32	132	1.0%
8	Acceso Norte	600-4200	46.74	46	1.6%
8	Acceso Este	600-4200	203.35	198	2.7%
9	Acceso Sur	600-4200	133.32	132	1.0%
9	Acceso Norte	600-4200	47.10	46	2.4%
9	Acceso Este	600-4200	200.97	198	1.5%
10	Acceso Sur	600-4200	133.06	132	0.8%
10	Acceso Norte	600-4200	47.06	46	2.3%
10	Acceso Este	600-4200	202.95	198	2.5%
11	Acceso Sur	600-4200	135.56	132	2.7%
11	Acceso Norte	600-4200	47.33	46	2.9%
11	Acceso Este	600-4200	201.56	198	1.8%
12	Acceso Sur	600-4200	134.24	132	1.7%
12	Acceso Norte	600-4200	46.87	46	1.9%
12	Acceso Este	600-4200	204.34	198	3.2%
13	Acceso Sur	600-4200	136.75	132	3.6%
13	Acceso Norte	600-4200	47.29	46	2.8%
13	Acceso Este	600-4200	205.92	198	4.0%
14	Acceso Sur	600-4200	136.88	132	3.7%
14	Acceso Norte	600-4200	46.87	46	1.9%
14	Acceso Este	600-4200	200.77	198	1.4%
15	Acceso Sur	600-4200	135.43	132	2.6%
15	Acceso Norte	600-4200	47.24	46	2.7%
15	Acceso Este	600-4200	203.54	198	2.8%
16	Acceso Sur	600-4200	135.43	132	2.6%
16	Acceso Norte	600-4200	46.69	46	1.5%
16	Acceso Este	600-4200	203.35	198	2.7%
17	Acceso Sur	600-4200	134.64	132	2.0%
17	Acceso Norte	600-4200	47.10	46	2.4%
17	Acceso Este	600-4200	203.15	198	2.6%
18	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
18	Acceso Norte	600-4200	46.78	46	1.7%
18	Acceso Este	600-4200	203.74	198	2.9%
19	Acceso Sur	600-4200	134.38	132	1.8%
19	Acceso Norte	600-4200	47.20	46	2.6%
19	Acceso Este	600-4200	205.72	198	3.9%
20	Acceso Sur	600-4200	135.70	132	2.8%
20	Acceso Norte	600-4200	46.78	46	1.7%
20	Acceso Este	600-4200	200.57	198	1.3%

(Elaboración propia)

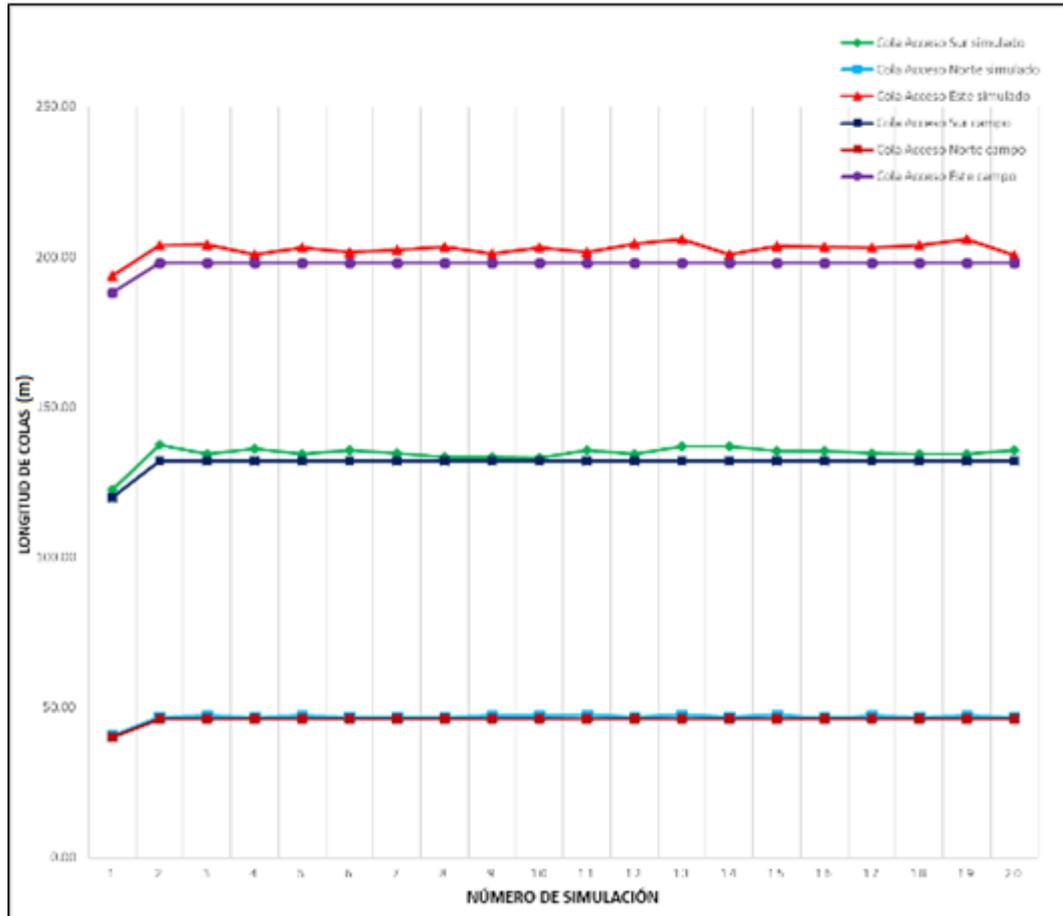


Figura N° 118 Longitudes de Cola simuladas y de campo para la validación.

(Fuente propia)

Como se observa el error porcentual es como máximo 4% por lo cual se considera que están validadas las longitudes de cola.

### 4.3 DESARROLLO DEL MODELO INTERCAMBIO VIAL.

#### 4.3.1 Carriles y conectores.

Con las características de diseño de la rotonda y las ya existentes trazamos los carriles.

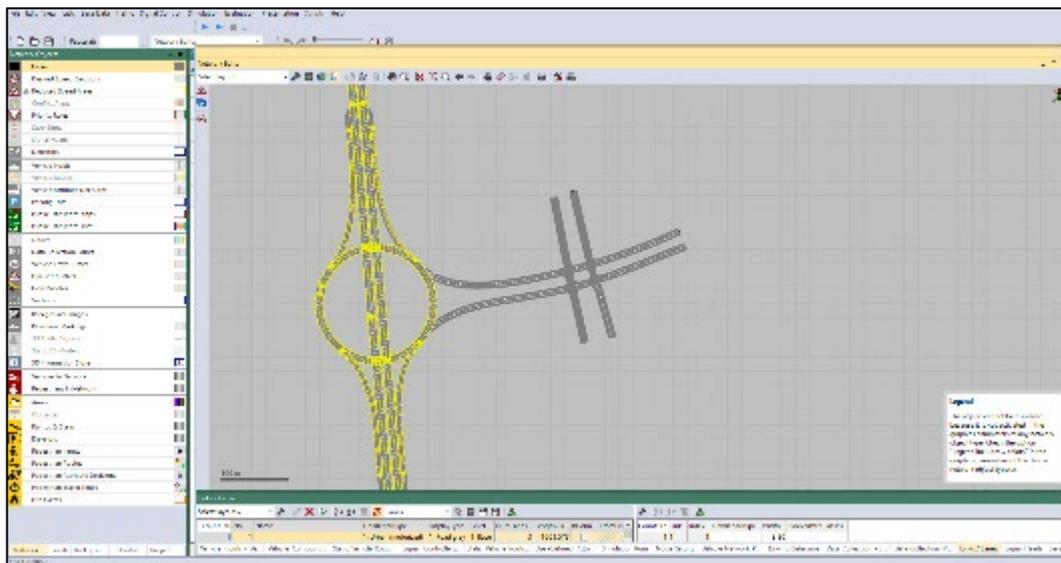


Figura N° 119 Creación de carriles intercambio vial.  
(Fuente propia)

Se procede a crear los conectores asociados a los giros.

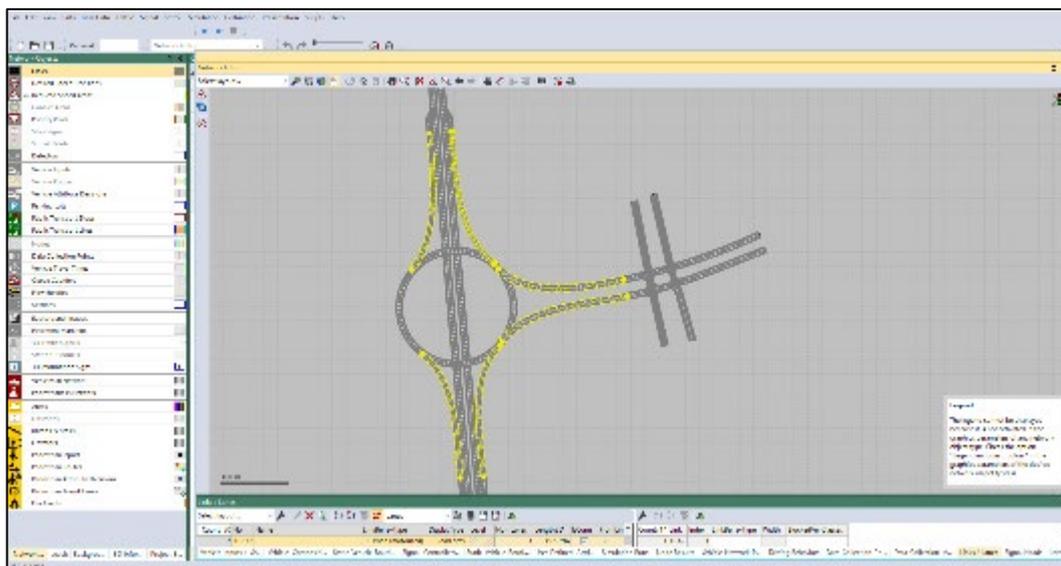


Figura N° 120 Creación de conectores.  
(Fuente propia)

Se configura el desnivel entre el óvalo y la carretera, dando la cota correspondiente a ciertos puntos dentro del modelo.

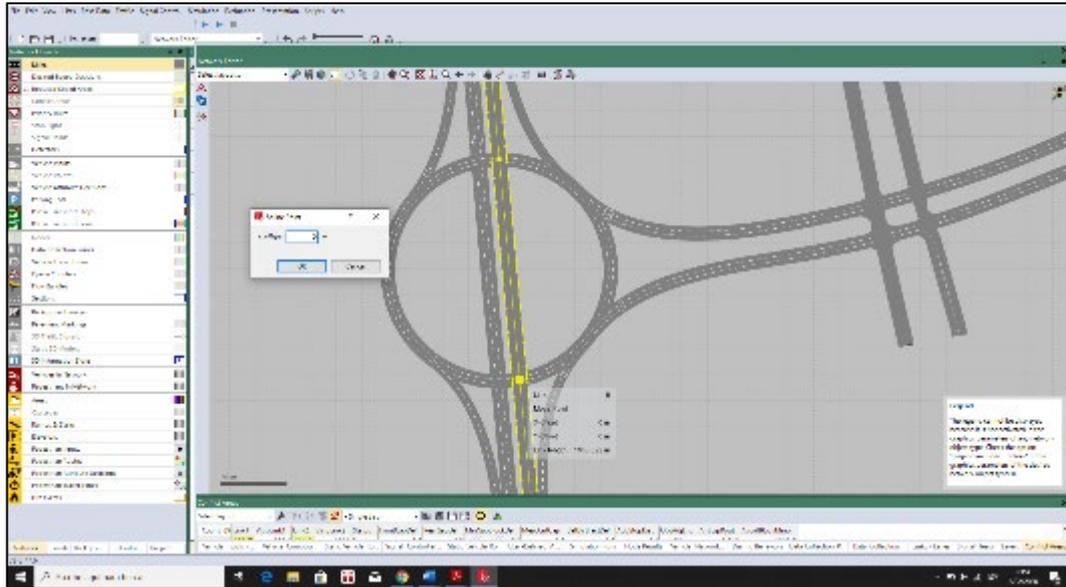


Figura N° 121 Asignación de desnivel de ciertos puntos en el modelo de microsimulación.  
(Fuente propia)

Así se tiene la infraestructura completa.

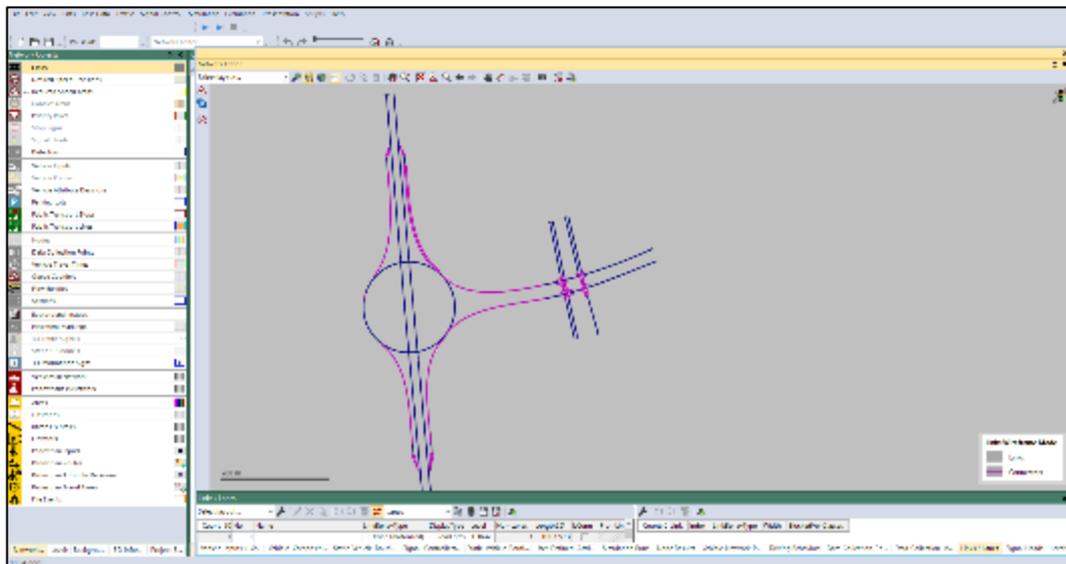


Figura N° 122 Infraestructura completa modelada con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)

#### 4.3.2 Zonas de conflicto.

Dentro del óvalo se da la prioridad a aquellos vehículos que se encuentren dentro de éste.

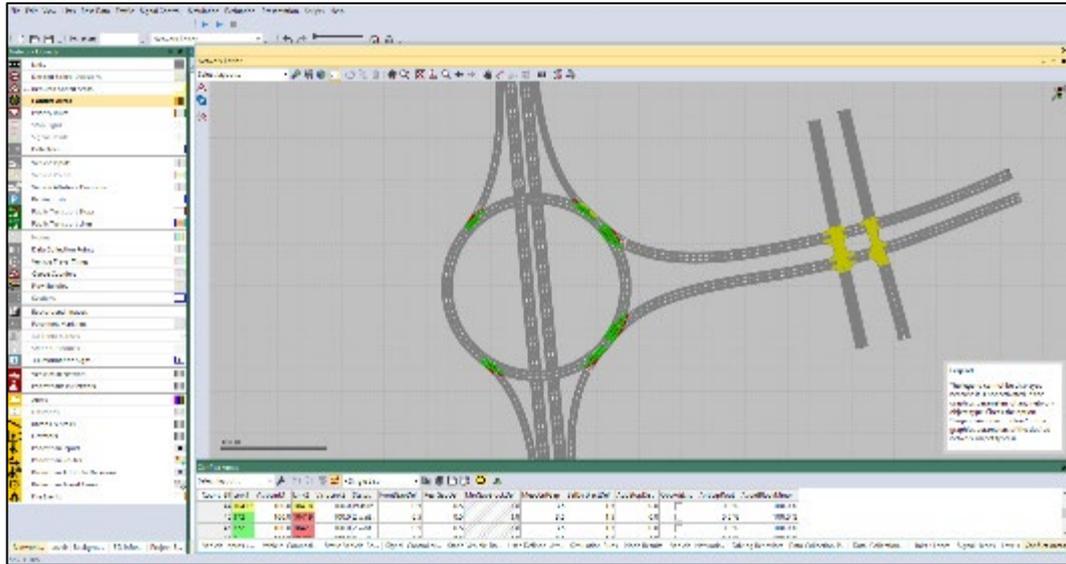


Figura N° 123 Asignación de prioridad en el óvalo.  
(Fuente propia)

#### 4.3.3 Rutas vehiculares.

Se procede a crear las rutas ya conocidas para cada acceso.

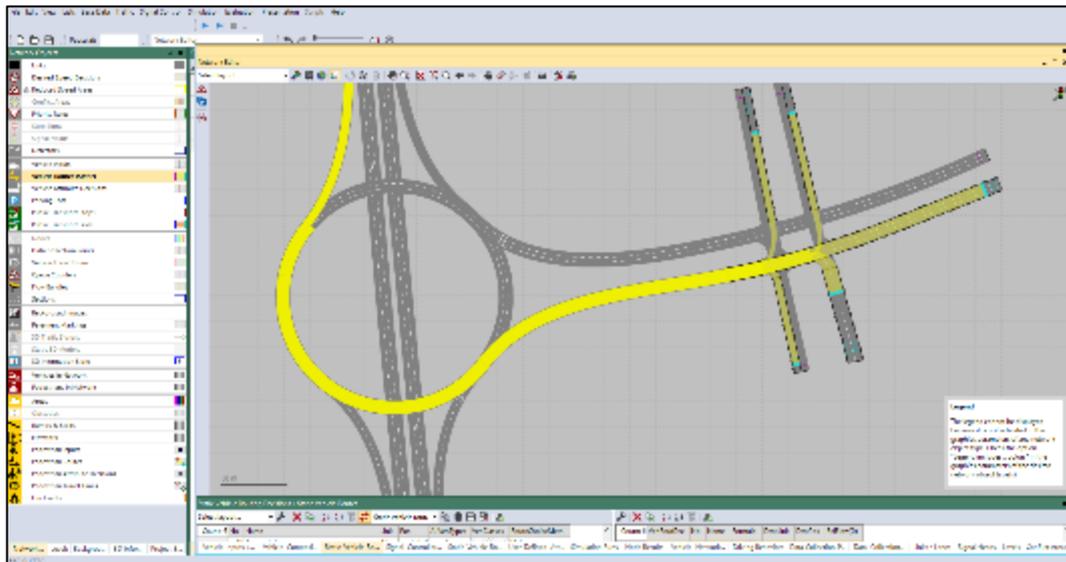


Figura N° 124 Asignación de rutas con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)

#### 4.3.4 Obstáculos y mobiliario urbano.

Se modela de manera complementaria el posible mobiliario urbano.

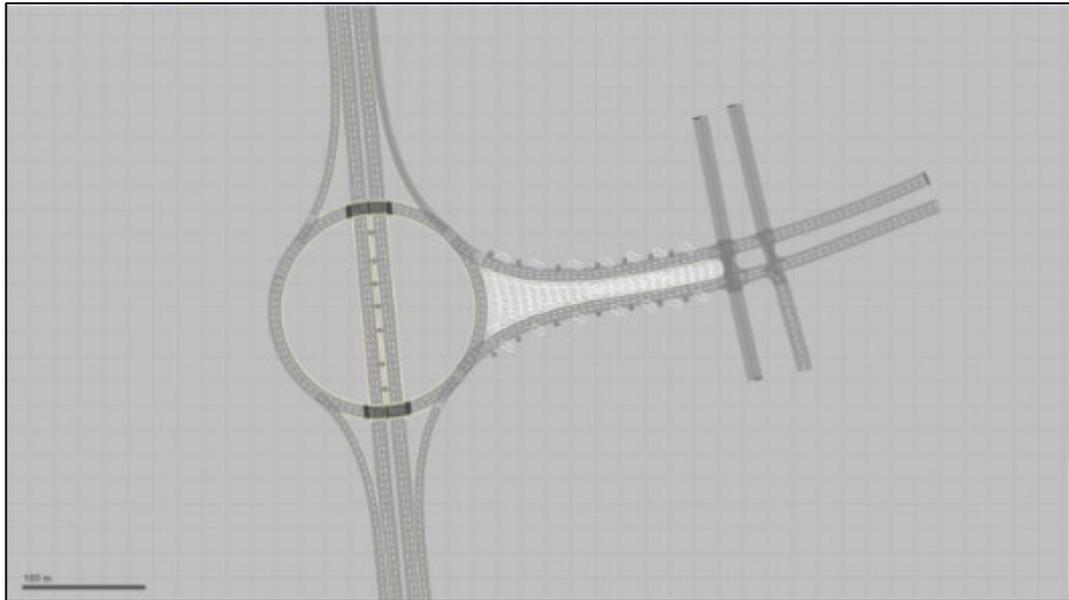


Figura N° 125 Modelo 2D con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)



Figura N° 126 Modelo 3D con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)



Figura N° 127 Modelo 3D con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)

#### 4.4 DESARROLLO DEL MODELO INTERCAMBIO VIAL A DESNIVEL FUTURO EN 30 AÑOS.

Para el desarrollo del modelo en condiciones futuras se consideró que la carretera Canta - Callao ya se encuentra ampliada. Así mismo, lo recomendable es tener un estudio de demanda (Matriz O-D) para poder hacer una correcta asignación de las diferentes rutas y volumen vehicular, sin embargo, usaremos valores predeterminados tanto para el volumen. Esto será usando los datos estadísticos obtenidos del MTC para ver el cambio del volumen vehicular en los últimos años en Lima Metropolitana y una aproximación de desviación vehicular para las diferentes rutas dentro de la infraestructura completa.

Cuadro N° 79 Parque vehicular Lima Metropolitana.

Estado y Clase Vehicular	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>TOTAL</b>	<b>81716</b>	<b>145401</b>	<b>105001</b>	<b>154719</b>	<b>167569</b>	<b>215917</b>	<b>202011</b>	<b>184009</b>	<b>161717</b>	<b>168522</b>
Autos/Station wagon	42654	69140	56072	75796	73803	101535	88766	91224	74366	74582
Camionetas	28532	52265	36624	58873	69107	88364	88157	74505	72568	78223
Camiones	5051	16040	7803	13638	17205	17994	17435	11801	9103	9350
Buses y chasis	1843	3042	2761	3918	4690	4002	3626	3530	2986	3256
Tracto Camiones	3636	4914	1741	2494	2764	4022	4027	2949	2694	3111
<b>Nuevos</b>	<b>46312</b>	<b>100108</b>	<b>67052</b>	<b>123193</b>	<b>154108</b>	<b>202916</b>	<b>200291</b>	<b>183151</b>	<b>161005</b>	<b>167586</b>
Autos/Station wagon	15726	38755	28086	50910	62972	91089	870805	90838	73988	73974
Camionetas	22966	42298	29165	54002	66631	86008	87516	74187	12323	77978
Camiones	3250	12842	6393	12860	17094	17815	17320	11660	9020	9276
Buses y chasis	1475	2186	2221	3552	4658	3992	3626	3527	2984	3255
Tracto Camiones	2895	4027	1187	1869	2753	4012	4024	2939	2690	3103
<b>Usados</b>	<b>35404</b>	<b>45293</b>	<b>37949</b>	<b>31526</b>	<b>13461</b>	<b>13001</b>	<b>1720</b>	<b>858</b>	<b>712</b>	<b>936</b>
Autos/Station wagon	26928	30385	27986	24886	10831	10446	961	386	378	608
Camionetas	5566	9967	7459	4871	2476	2356	641	318	245	245
Camiones	1801	3198	1410	778	111	179	115	141	83	74
Buses y chasis	368	856	540	366	32	10	0	3	2	1
Tracto Camiones	741	887	554	625	11	10	3	10	4	8

(Fuente MTC)

Del cuadro anterior se observa que el aumento vehicular fue aproximadamente 4.3% de crecimiento, con lo cual según el reglamento nacional de edificaciones en su norma CE0.10 de pavimentos urbanos indica los factores de incremento vehicular para 30 años de proyección, para dicho crecimiento del tráfico su factor de proyección será de 2.1, este valor será multiplicado a cada volumen por acceso de la infraestructura vial. Así mismo, se estimará una desviación del flujo para la ruta ampliada de la carretera Canta-Callao.

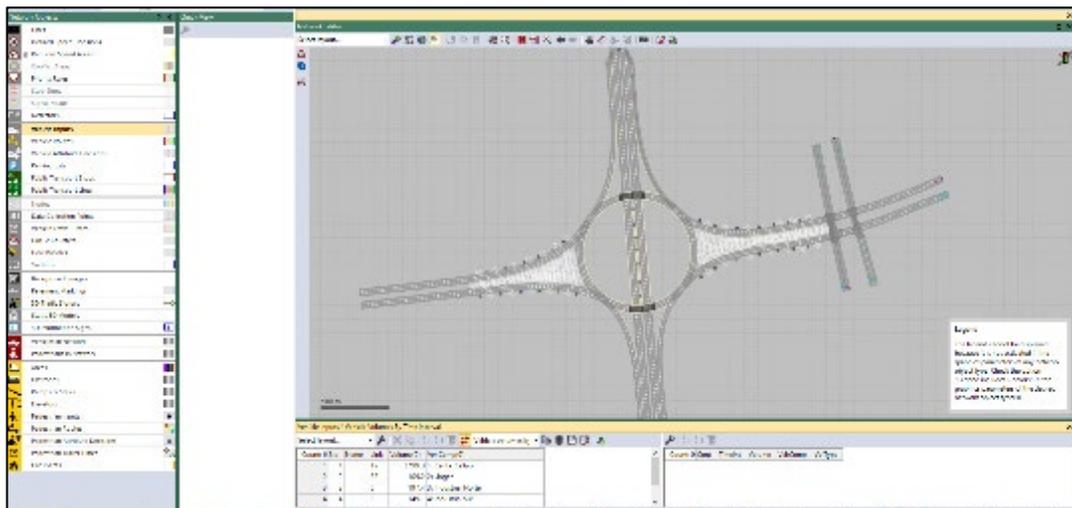


Figura N° 128 Asignación de nuevos volúmenes vehiculares.  
(Fuente propia)



Figura N° 129 Modelo 3D con PTV-Vissim.  
(Fuente propia)

## CAPITULO V: ANÁLISIS DEL MODELO SIMULADO

### 5.1 Situación actual

#### 5.1.1 Nivel de servicio situación actual

Del análisis de micro simulación, se obtiene el nivel de servicio de cada uno de los accesos de la intersección, por ejemplo, el acceso Sur cuenta con un nivel de servicio C, el acceso Este cuenta con un nivel de servicio F así mismo notamos el nivel de servicio de cada acceso y cada giro, por tanto, se tiene el nivel de servicio de la intersección que será D como se muestra en la figura N°124.



Figura N° 130 Nivel de Servicio de la intersección.  
(Fuente Vissim)

#### 5.1.2 Diagrama espacio-tiempo

Se realiza el diagrama espacio -tiempo en el cual se muestra el recorrido de los vehículos en el acceso Sur de la intersección semaforzada, en el intervalo de tiempo mostrado.

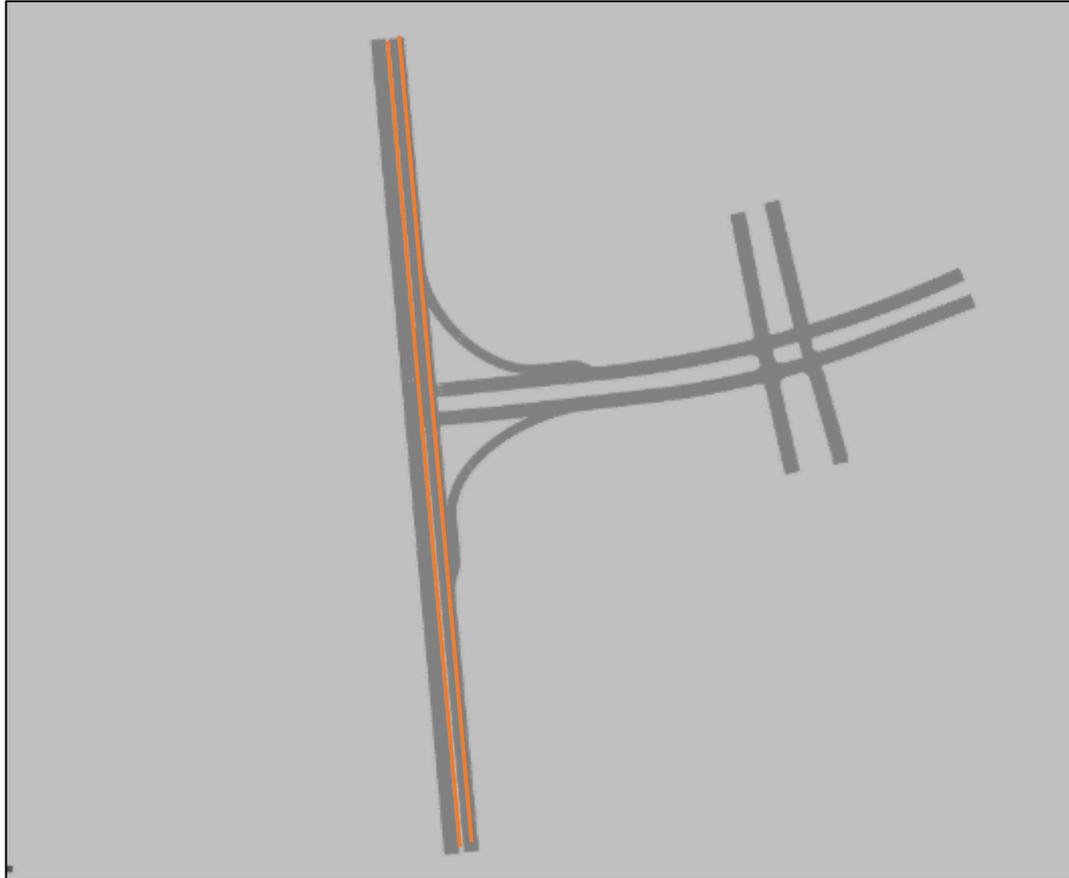


Figura N° 131 Link Acceso Sur.  
(Fuente Vissim)

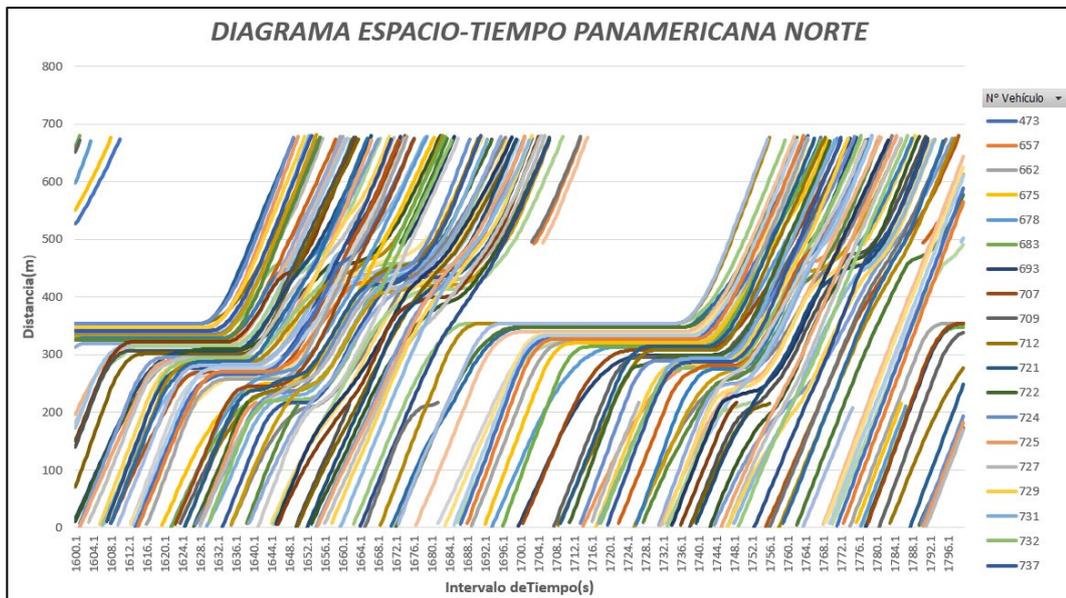


Figura N° 132 Diagrama espacio-tiempo Acceso Sur.  
(Fuente Vissim)

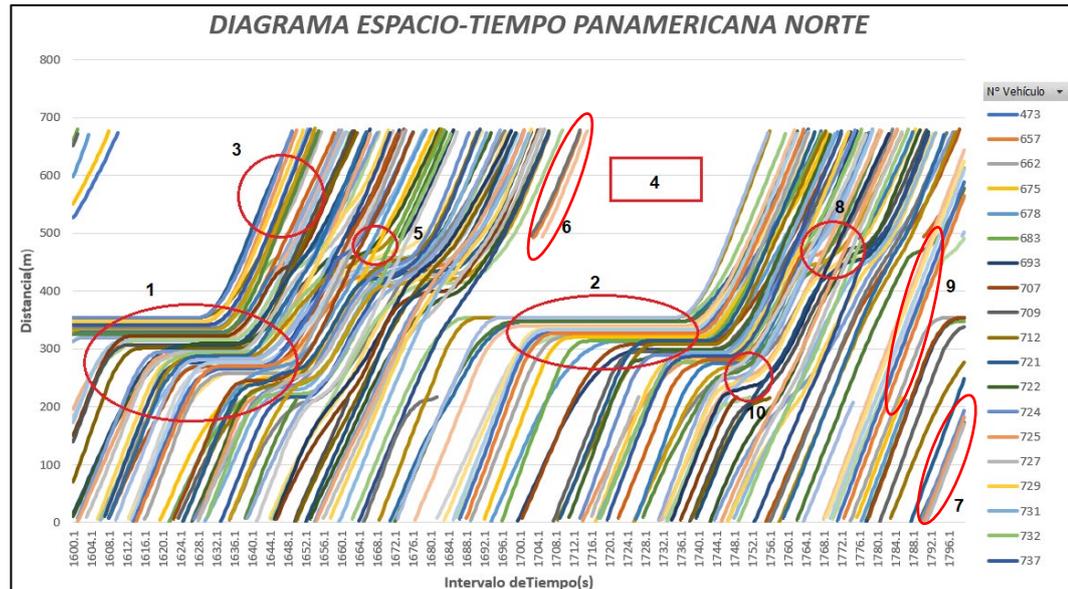


Figura N° 133 Detalles diagrama espacio-tiempo acceso Sur.  
(Fuente Vissim)

Detalle 1: Se puede observar aproximadamente la longitud de la cola formada asociada a la fase semafórica de dicho acceso.

Detalle 2: Las líneas horizontales nos dan cuenta de velocidades iguales a 0, es decir se puede identificar la intersección semaforizada y por tanto el regulador.

Detalle 3: Observamos un pelotón de vehículos que avanzan una vez pasen la intersección semaforizada.

Detalle 4: Notamos los gaps (brechas) entre dos fases semafóricas consecutivas asociadas a dicho acceso.

Detalle 5: Se generan demoras debido a conflictos convergentes entre los vehículos del acceso Sur y los vehículos con giro exclusivo derecho del acceso Este.

Detalle 6: Estas líneas son vehículos que ingresan al acceso Sur provenientes del giro exclusivo derecho del acceso Este cuando el acceso Sur se encuentra en rojo.

Detalle 7: Estas líneas son vehículos que se encuentran en el acceso Sur que seguidamente realizan el giro exclusivo a la derecha en dirección del acceso Este.

Detalle 8: Una vez los vehículos pasen la intersección semaforizada se observan demoras por conflictos concurrenciales.

Detalle 9: Son vehículos que logran pasar la intersección semaforizada sin detenciones.

Detalle 10: Se generan demoras debido a conflictos divergentes entre los vehículos del acceso Sur y los vehículos con giro exclusivo hacia el acceso Este.

También se realiza el diagrama espacio-tiempo para el acceso Este es decir de los vehículos que realizan el giro a la izquierda hacia el acceso Norte.



Figura N° 134 Link acceso Este.  
(Fuente Vissim)

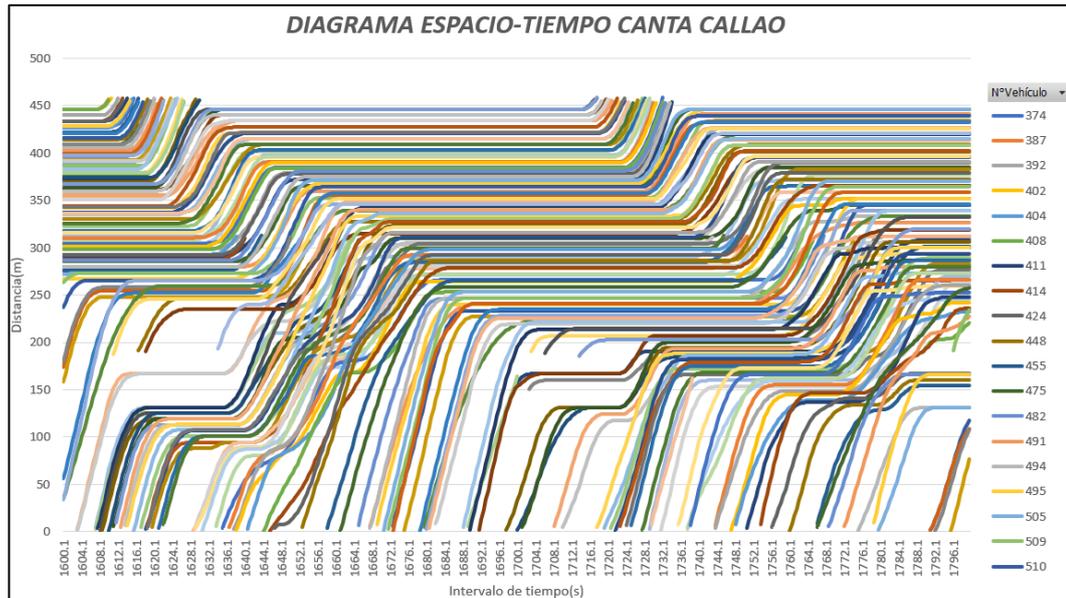


Figura N° 135 Diagrama Espacio-tiempo acceso Este.  
(Fuente Vissim)

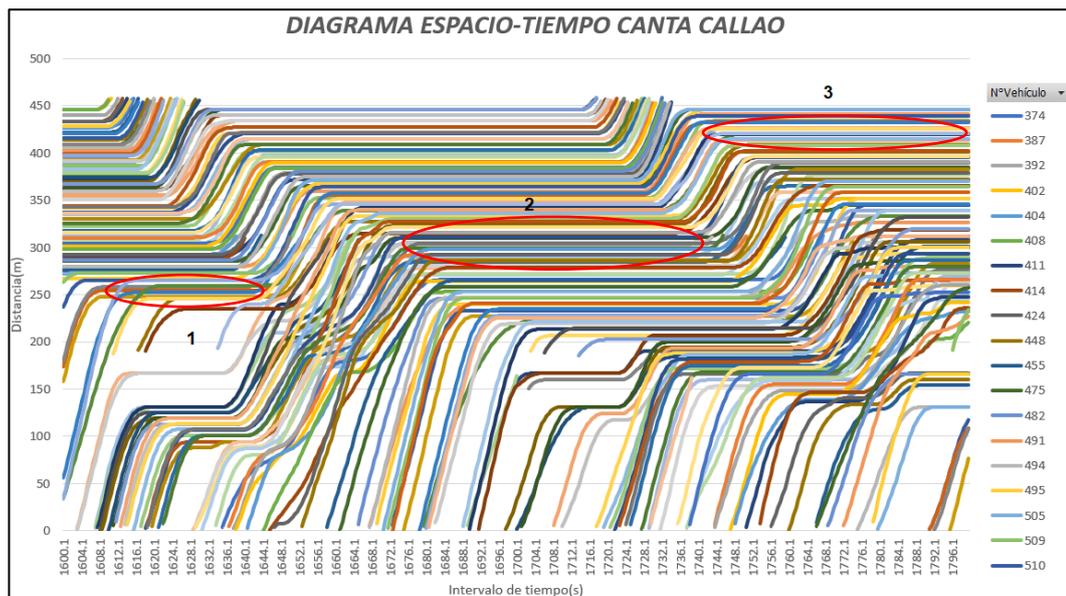


Figura N° 136 Detalles diagrama espacio-tiempo acceso Este.  
(Fuente Vissim)

En el detalle 1, 2 y 3 se observa la saturación del acceso Este, notamos que las colas no se disipan, es decir existen colas residuales entre fases semafóricas consecutivas asociadas a dicho acceso.

### 5.1.3 Diagrama de velocidades

Del análisis de evaluación realizado y la toma de datos de campo, se sabe que el acceso Este se encuentra en régimen saturado, es decir no se disipan las colas

existiendo colas residuales entre ciclos semafóricos, de igual forma se observa una disminución de las velocidades en dicho acceso así como la variabilidad de las velocidades en toda la intersección tal como se muestra en la figura N°131.

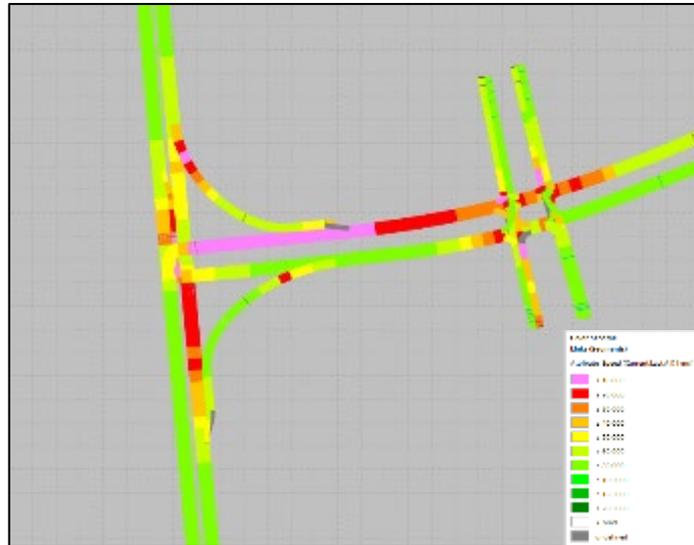


Figura N° 137 Diagrama de velocidades intersección (Fuente Vissim)

Observamos la variabilidad de las velocidades de los vehículos que circulan por el acceso Sur como se muestra en la figura N°132.

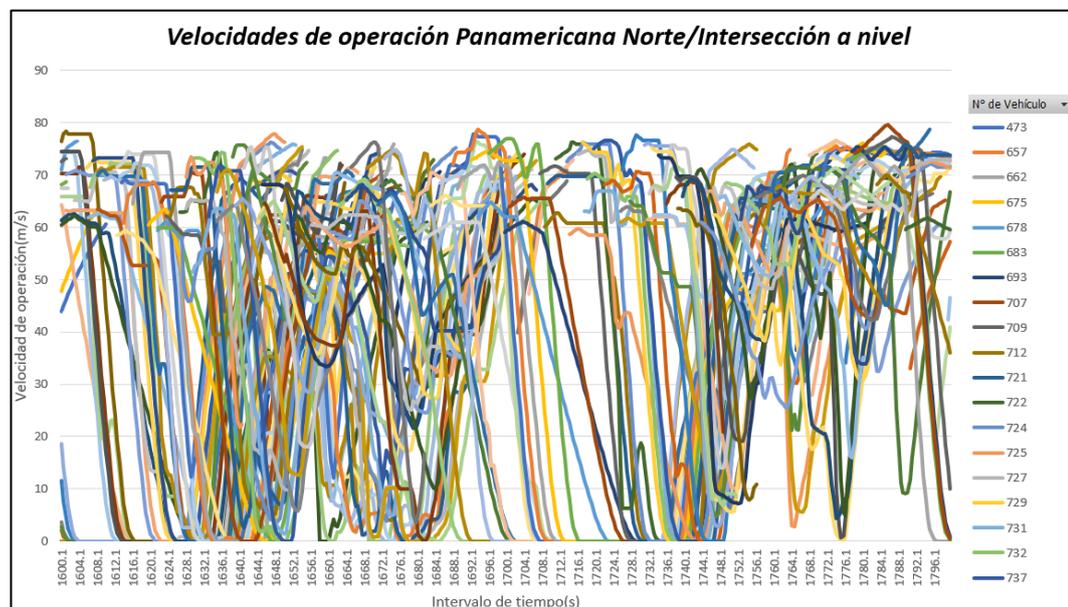


Figura N° 138 Variabilidad velocidades acceso Sur. (Fuente Vissim)

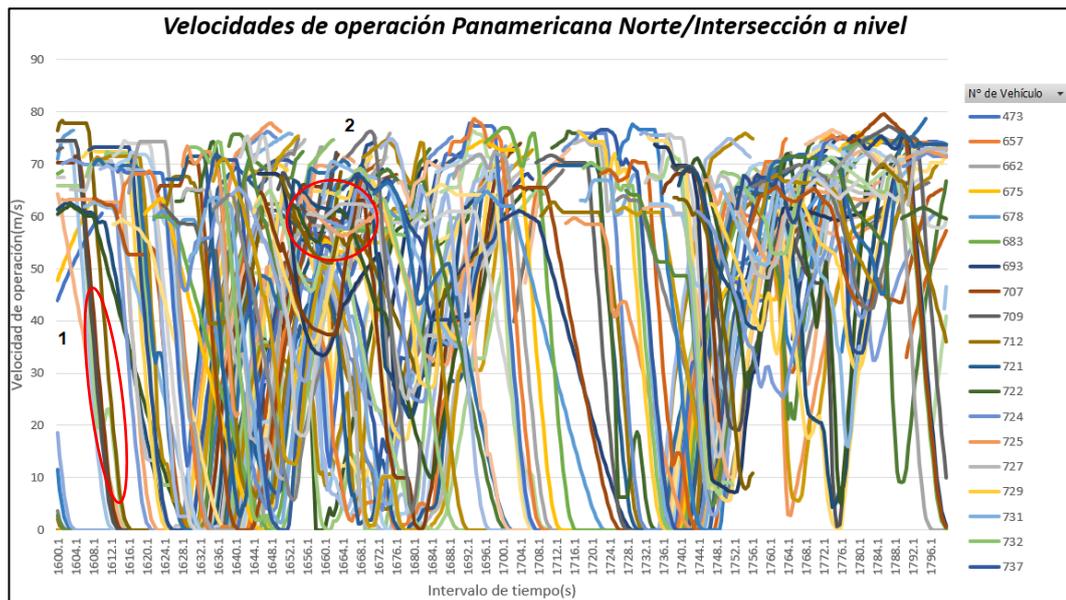


Figura N° 139 Detalles variabilidad de la velocidad en el acceso Sur.  
(Fuente Vissim)

Detalle 1: Observamos la disminución de las velocidades hasta llegar a 0 es decir cuando se encuentran en cola durante el tiempo en rojo de la fase asociada al acceso Sur, así se observa el aumento de la velocidad durante el verde efectivo.

Detalle 2: Se observa que pasada la intersección los vehículos suelen mantener una velocidad sin tanta variabilidad, la variación de esta velocidad solo será debido a adelantamiento o algún conflicto de convergencia o divergencia.

#### 5.1.4 Demoras en su situación actual

Del análisis de microsimulación y la evaluación del Nodo de la intersección semaforizada, podemos concluir cual es la demora asociada a cada movimiento y por tanto conocer la demora en el nodo.

SITUACION ACTUAL	
NODO INTERSECCION SEMAFORIZADA	
Movimiento	Demora Promedio
	41.9
E-N	78.7
E-S	153.3
N-E	25.5
N-S	4.0
S-E	8.4
S-N	26.9
Total general	41.9

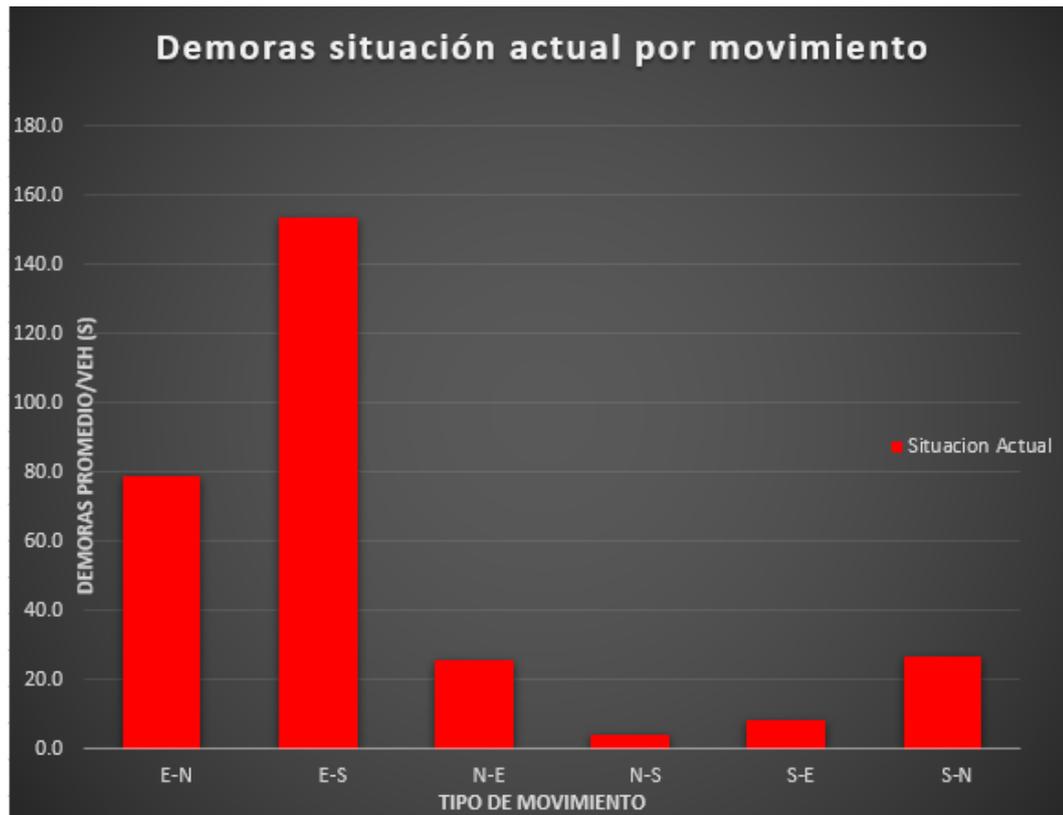


Figura N° 140 Demoras por accesos en la situación actual.  
(Fuente propia)

## 5.2 Situación intercambio vial a desnivel

### 5.2.1 Nivel de servicio intercambio vial a desnivel

Al realizar el análisis de microsimulación para nuestra propuesta de diseño se observa la mejora del nivel de servicio de la carretera Panamericana Norte que tendrá nivel de servicio A, así mismo se mejoró el nivel de servicio de los accesos-giros y por tanto del nodo en conjunto el cual tendrá nivel de servicio A como muestra la figura N°135.

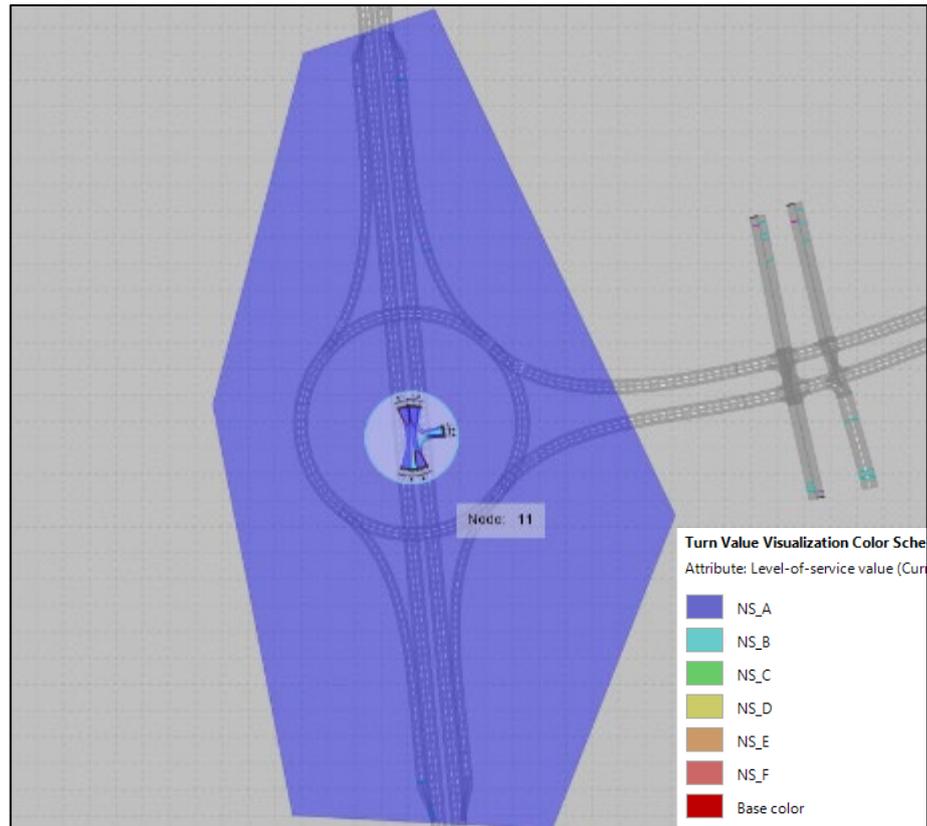


Figura N° 141 Nivel de servicio del intercambio vial a desnivel.  
(Fuente Vissim)

### 5.2.2 Diagrama espacio-tiempo intercambio vial a desnivel

Se realiza el diagrama espacio -tiempo en el cual se muestra el recorrido de los vehículos en el acceso Sur del intercambio vial, en el intervalo de tiempo mostrado

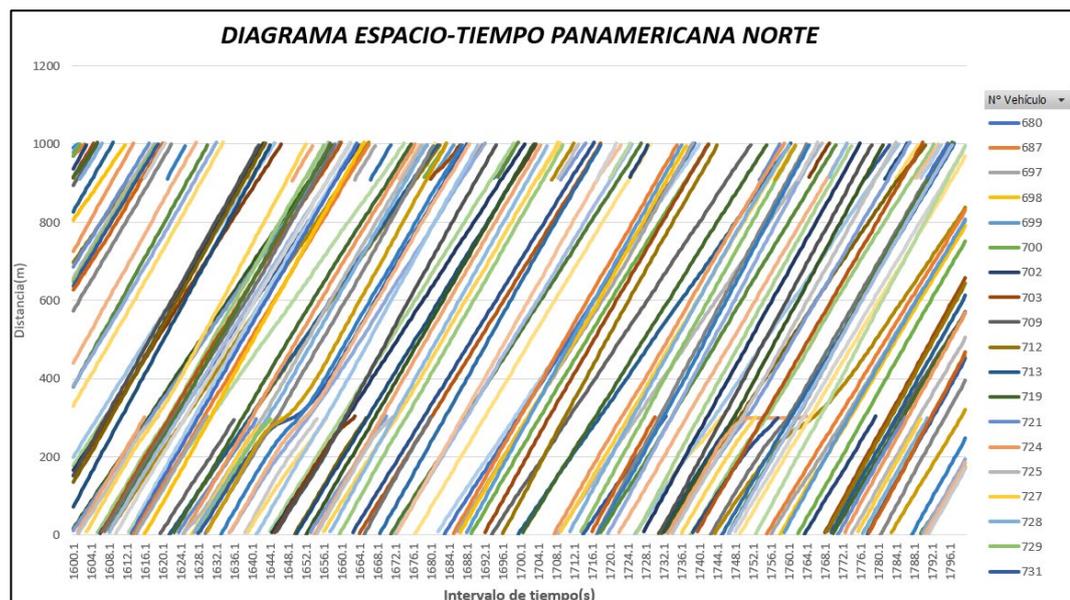


Figura N° 142 Diagrama espacio-tiempo del acceso Sur del intercambio vial a desnivel.  
(Fuente Vissim)

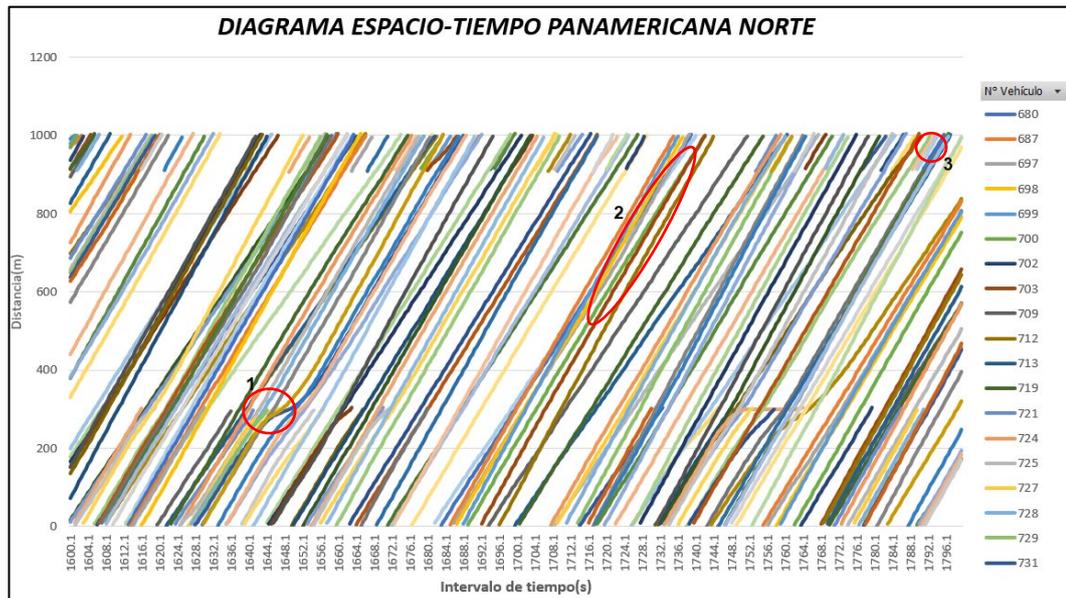


Figura N° 143 Detalles del diagrama espacio-tiempo del acceso Sur del intercambio vial a desnivel.  
(Fuente Vissim)

Detalle 1: Se ve vehículos que están en dicho acceso pero que luego ingresan a la rotonda a desnivel.

Detalle 2: Se ve la existencia de pelotones de vehículos y también vemos que los gaps(brechas) son mejor aprovechados.

Detalle 3: Se ve vehículos que ingresan al acceso Sur provenientes de uno de los accesos de la rotonda a desnivel.

Al realizar el diagrama espacio-tiempo del acceso Sur se nota solo la existencia de conflictos concurrenciales y la mejora notable en la velocidad a lo largo de dicho acceso.

De igual forma cuando se analiza mediante el diagrama espacio-tiempo de uno de los giros críticos del acceso Este.

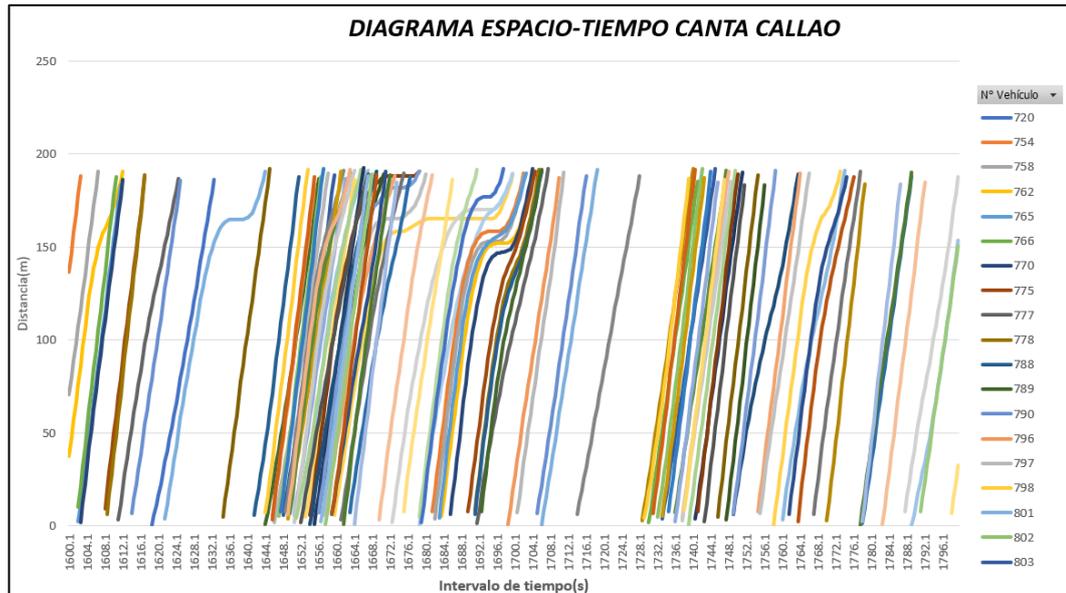


Figura N° 144 Diagrama espacio-tiempo del acceso Este del intercambio vial a desnivel. (Fuente Vissim)

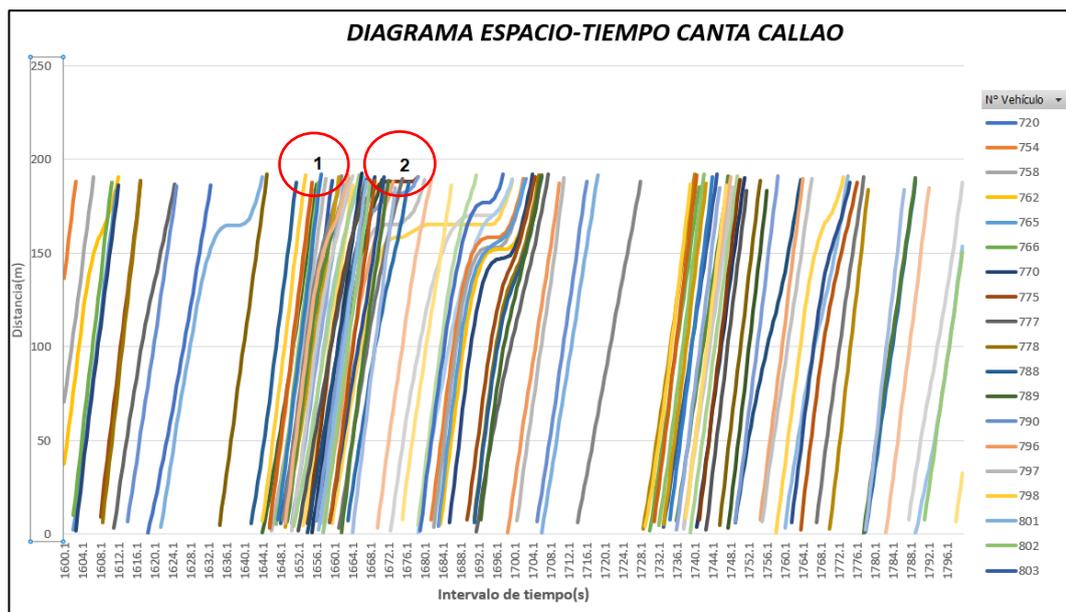


Figura N° 145 Detalles del diagrama espacio-tiempo del acceso Este del intercambio vial a desnivel. (Fuente Vissim)

Detalle 1: Se observan vehículos que ingresan a la rotonda dado que no existe en ese momento vehículos en la calzada circulatoria de la rotonda.

Detalle 2: Se observa que se genera una demora dado que debe de existir en ese momento vehículos en la calzada circulatoria y por tanto dichos vehículos tienen prioridad.

Notamos también la mejor sustancial de la velocidad a lo largo del acceso Este.

### 5.2.3 Diagrama de velocidades intercambio vial a desnivel

Al realizar el análisis de diseño y posterior implementación del intercambio vial notamos un régimen libre a lo largo de toda la carretera lo cual se refleja en velocidades libres como se muestra en la figura N°140.

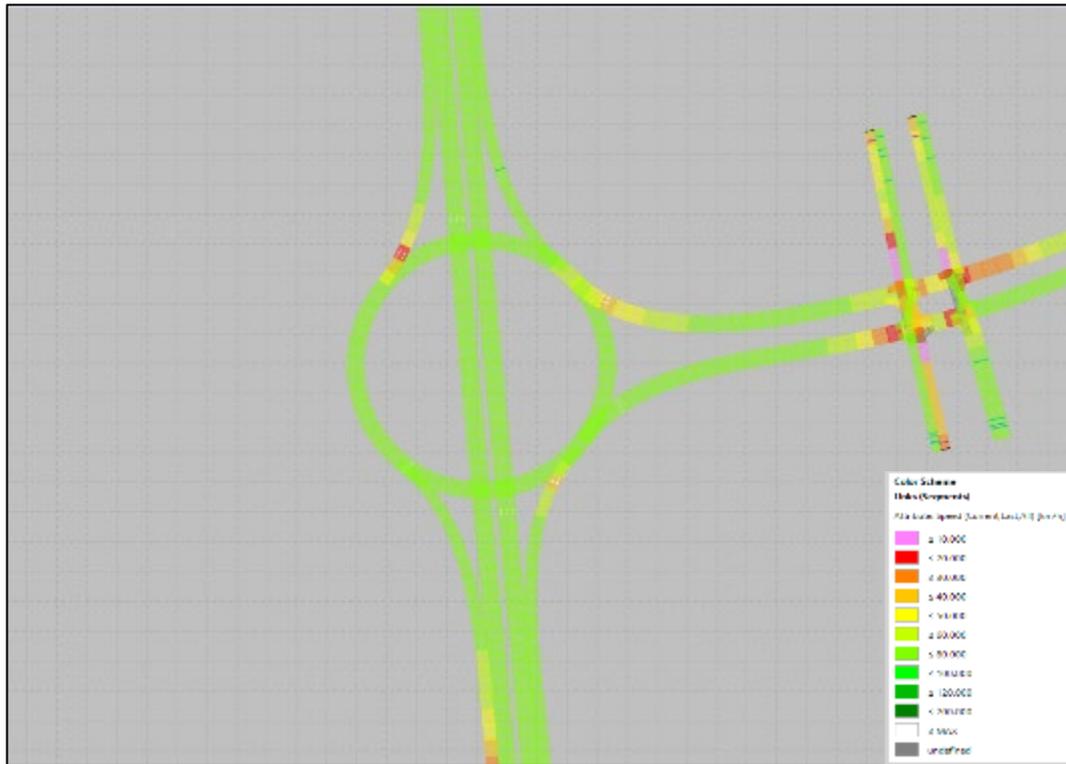


Figura N° 146 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel.  
(Fuente Vissim)



Figura N° 147 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel en vista 3D.

(Fuente Vissim)

Se observa el comportamiento de las velocidades a lo largo del acceso Sur.

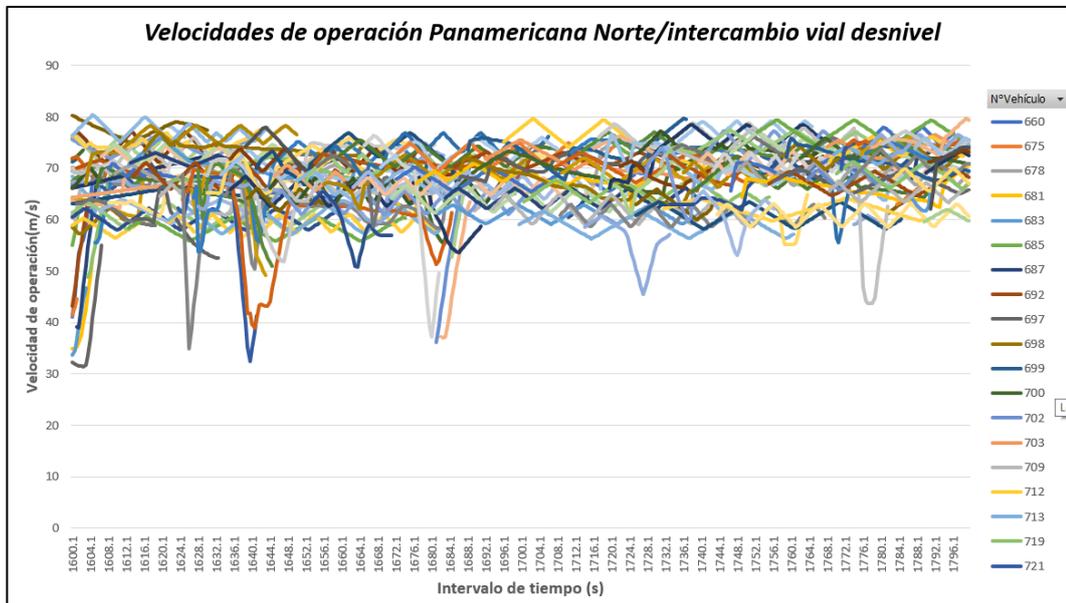


Figura N° 148 Variabilidad de la velocidad en el acceso Sur del intercambio vial a desnivel.  
(Fuente Vissim)

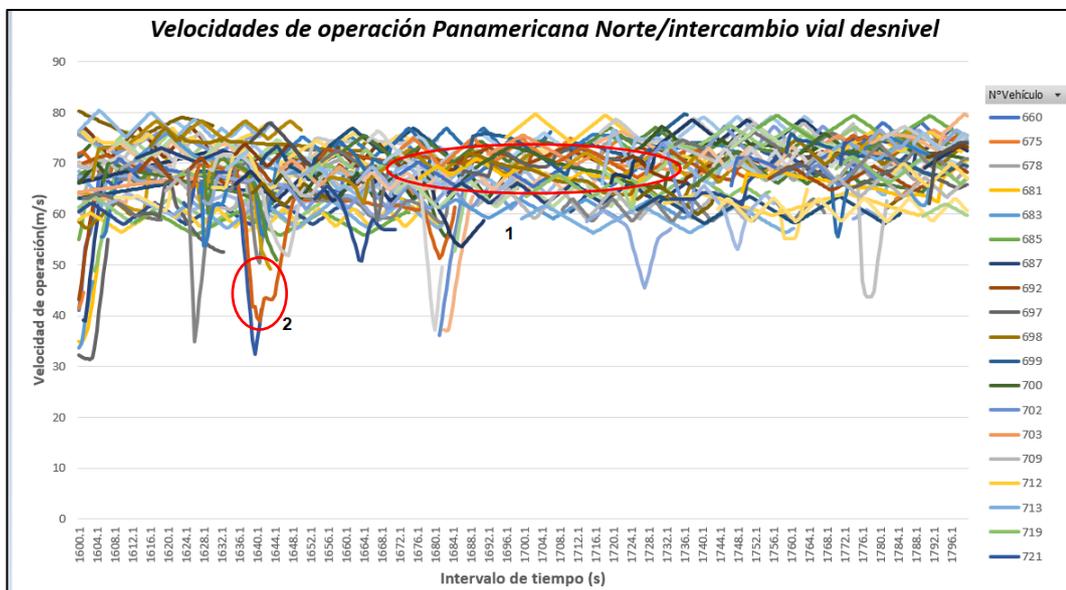


Figura N° 149 Detalles de la variabilidad de la velocidad en el acceso Sur del intercambio vial a desnivel.  
(Fuente Vissim)

Detalle 1: Se observa que los vehículos que circulan por el acceso Sur tienen una variabilidad de velocidad que será debido a adelantamiento, sin embargo, se observa una tendencia a que dichos vehículos mantengan sus velocidades libres.

Detalle 2: Se observa una disminución de velocidad esto es debido a conflicto de convergencia o divergencia.

#### 5.2.4 Demoras intercambio vial a desnivel

Del análisis de micro simulación y el posterior análisis del nodo, podemos observar la demora en el nodo por movimiento.

INTERCAMBIO VIAL	
NODO INTERCAMBIO VIAL	
Movimiento	Demora Promedio
	5.7
E-N	4.5
E-S	18.3
N-E	16.0
N-S	0.8
S-E	5.2
S-N	1.1
Total general	5.7

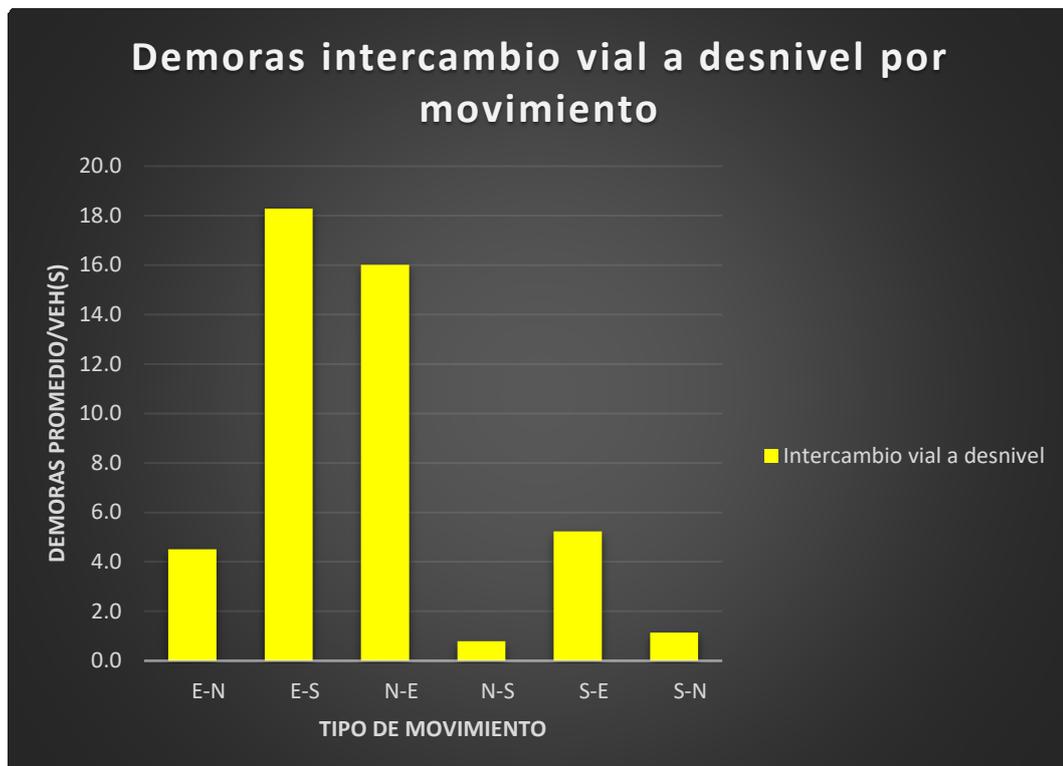


Figura N° 150 Demoras por acceso en el intercambio vial a desnivel.  
(Fuente propia)

### 5.3 Situación futura en 30 años

#### 5.3.1 Nivel de servicio intercambio vial a desnivel futuro

Al realizar el análisis de microsimulación para la propuesta futura de 30 años, se consideró la ampliación de la carretera Canta-Callao, observamos que el nivel de servicio de la carretera Panamericana Norte es "A" como se muestra en la figura N°145.

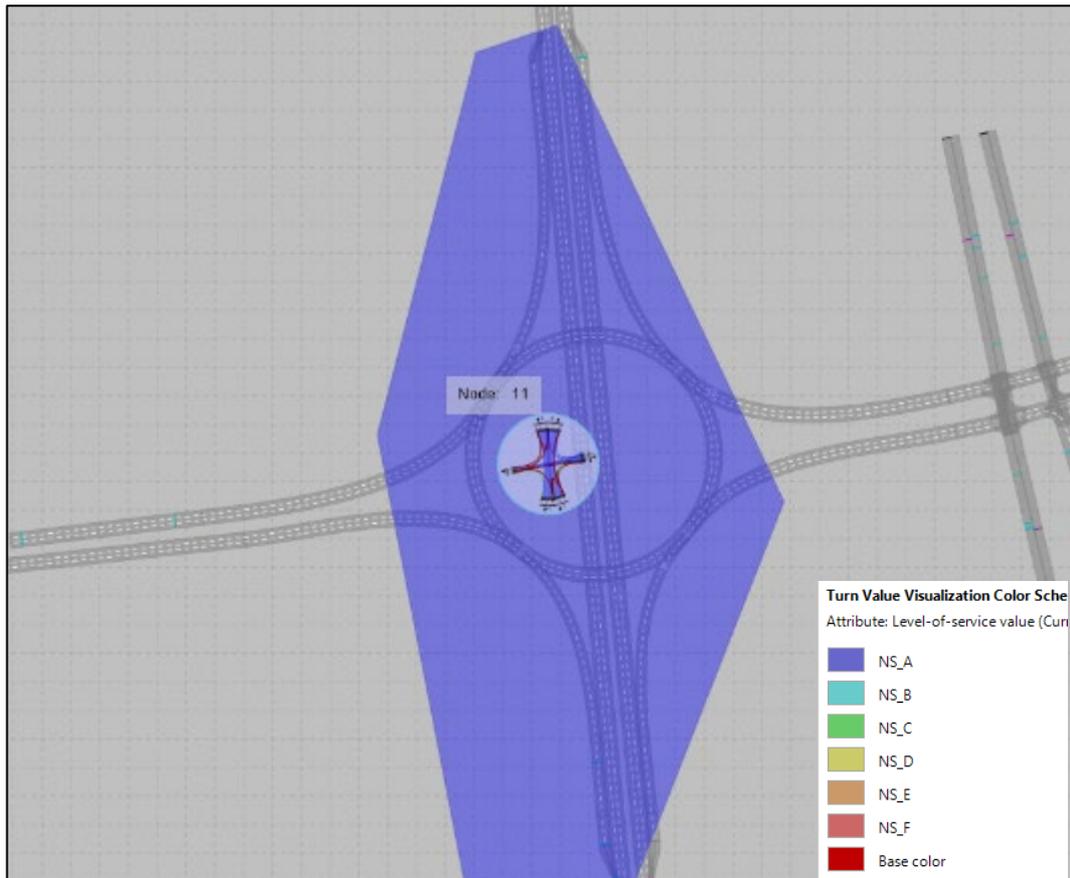


Figura N° 151 Nivel de Servicio intercambio vial a desnivel futuro.  
(Fuente Vissim)

#### 5.3.2 Diagrama espacio-tiempo intercambio vial a desnivel futuro

Se realiza el diagrama espacio -tiempo en el cual se muestra el recorrido de los vehículos en el acceso Sur del intercambio vial en su condición futura, en el intervalo de tiempo mostrado.

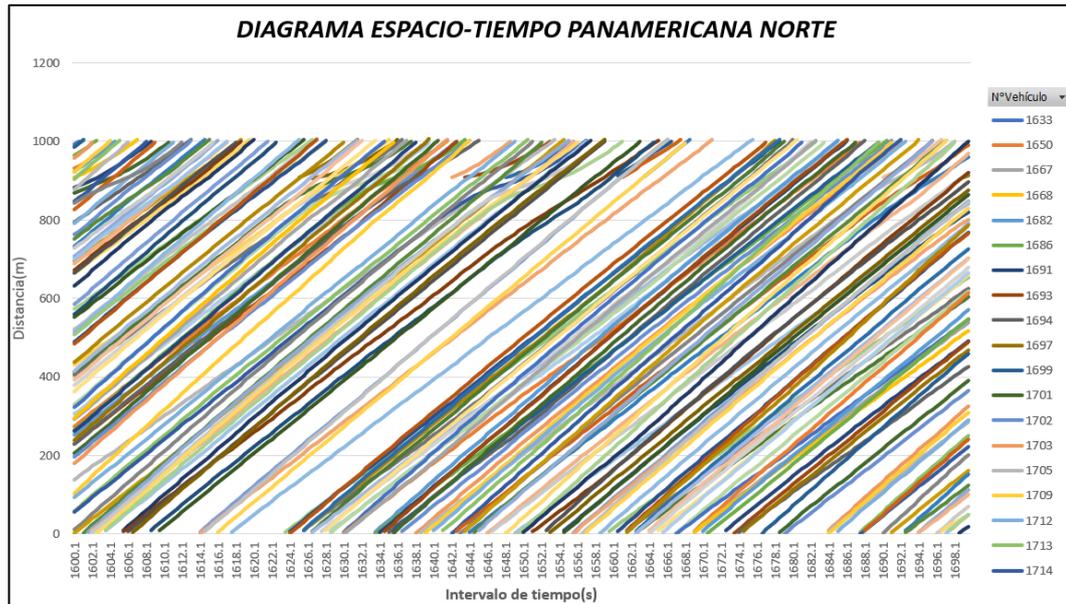


Figura N° 152 Diagrama espacio-tiempo del acceso Sur del intercambio vial a desnivel futuro.  
(Fuente Vissim)

Del diagrama mostrado notamos que las demoras producidas serán únicamente debido a conflictos concurrenciales.

### 5.3.3 Diagrama de velocidades intercambio vial a desnivel futuro

Al realizar el análisis de planificación y posterior ampliación de la carretera Canta-Callao, notamos que la carretera Panamericana Norte mantiene un régimen libre a lo largo de toda la carretera lo cual se refleja en velocidades de operación como se ve en la figura N° 147.

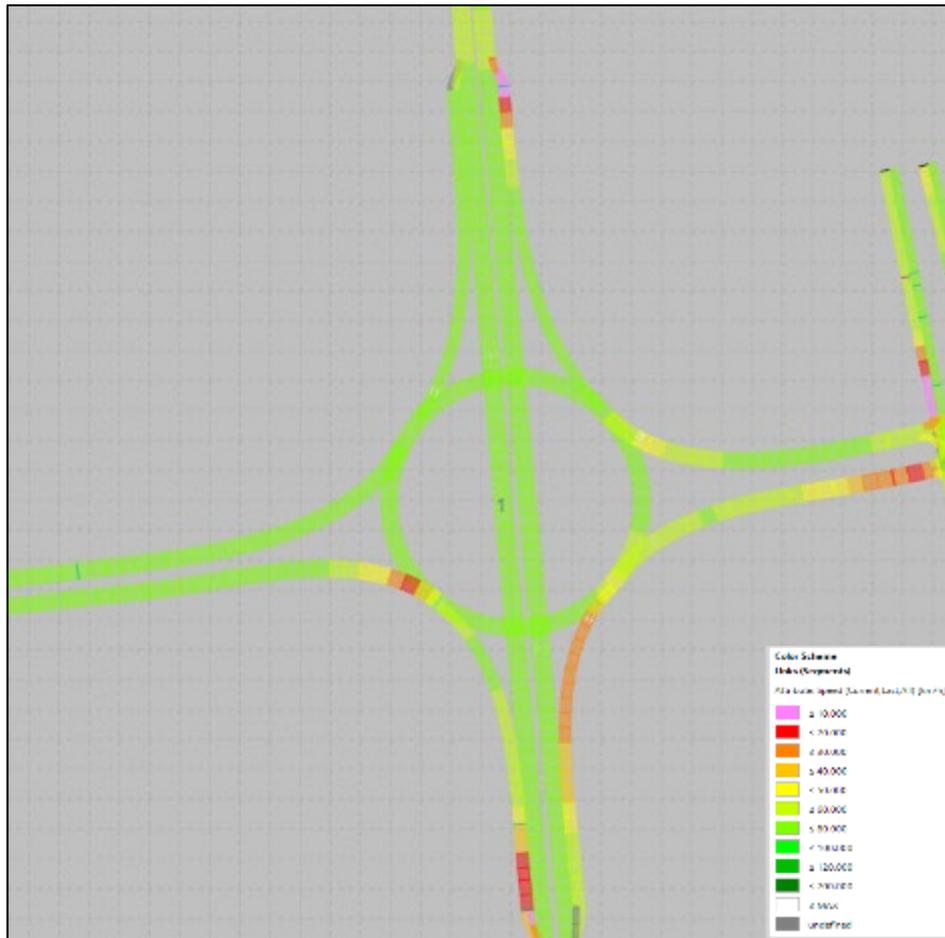


Figura N° 153 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel futuro.  
(Fuente Vissim)



Figura N° 154 Diagrama de velocidades del intercambio vial a desnivel visto en 3D.  
(Fuente Vissim)

### 5.3.4 Demoras futura intercambio vial a desnivel futuro

Del análisis de micro simulación y el posterior análisis del nodo, podemos observar la demora en el nodo por movimiento.

INTERCAMBIO VIAL CONDICION FUTURA	
NODO INTERCAMBIO VIAL	
Movimiento	Demora Promedio
	<b>4.692</b>
E-N	2.30
E-S	24.46
E-W	2.86
N-E	5.39
N-S	3.94
S-N	1.93
W-S	19.72
Total General	<b>4.692</b>

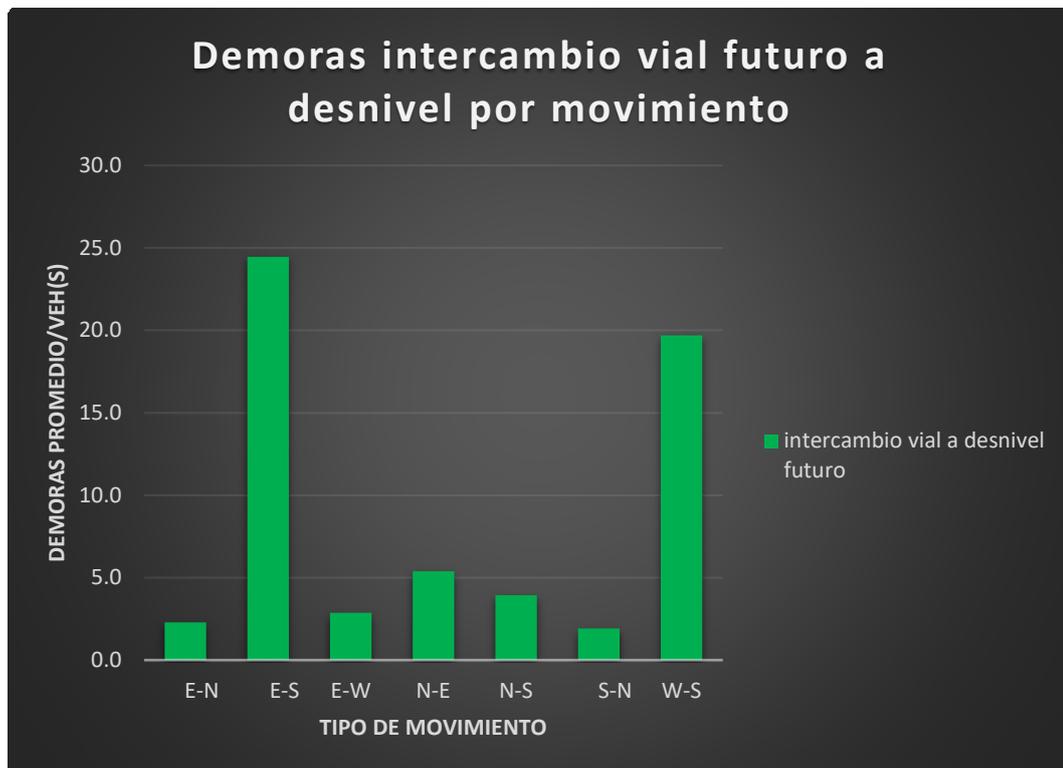


Figura N° 155 Demoras del intercambio vial a desnivel futuro.  
(Fuente propia)

## 5.4 Análisis comparativo de escenarios

### 5.4.1 Diagrama espacio tiempo

Comparamos los diagramas espacio-tiempo de la carretera Panamericana Norte, tanto para los escenarios de la situación actual como la del intercambio vial a desnivel.

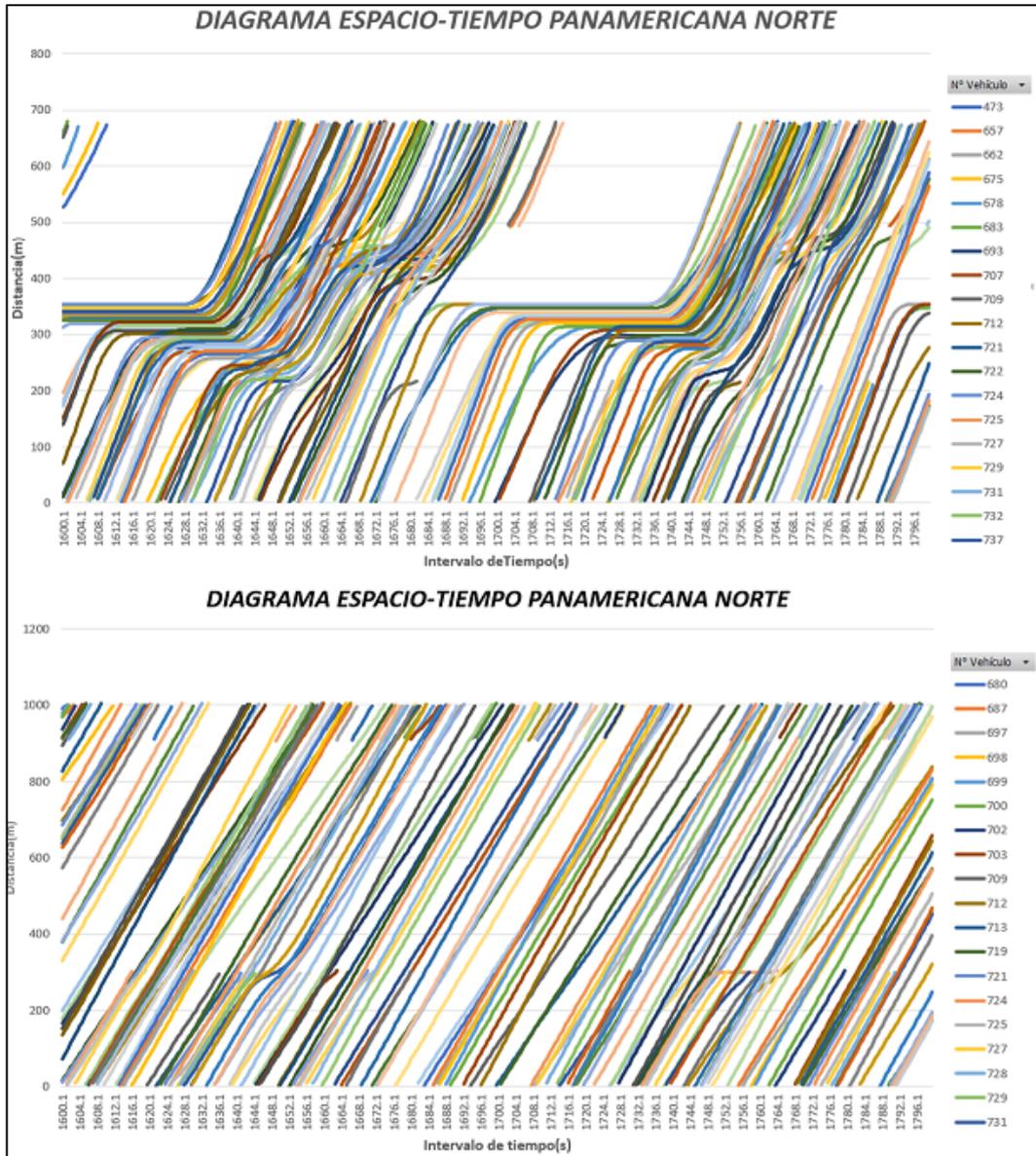


Figura N° 156 Comparación de diagramas espacio-tiempo para la condición actual y la condición de diseño del acceso Sur.  
 (Fuente Vissim)

Comparamos los diagramas espacio-tiempo de la carretera Panamericana Norte, tanto para los escenarios del intercambio vial a desnivel con el intercambio vial a desnivel en su condición futura.

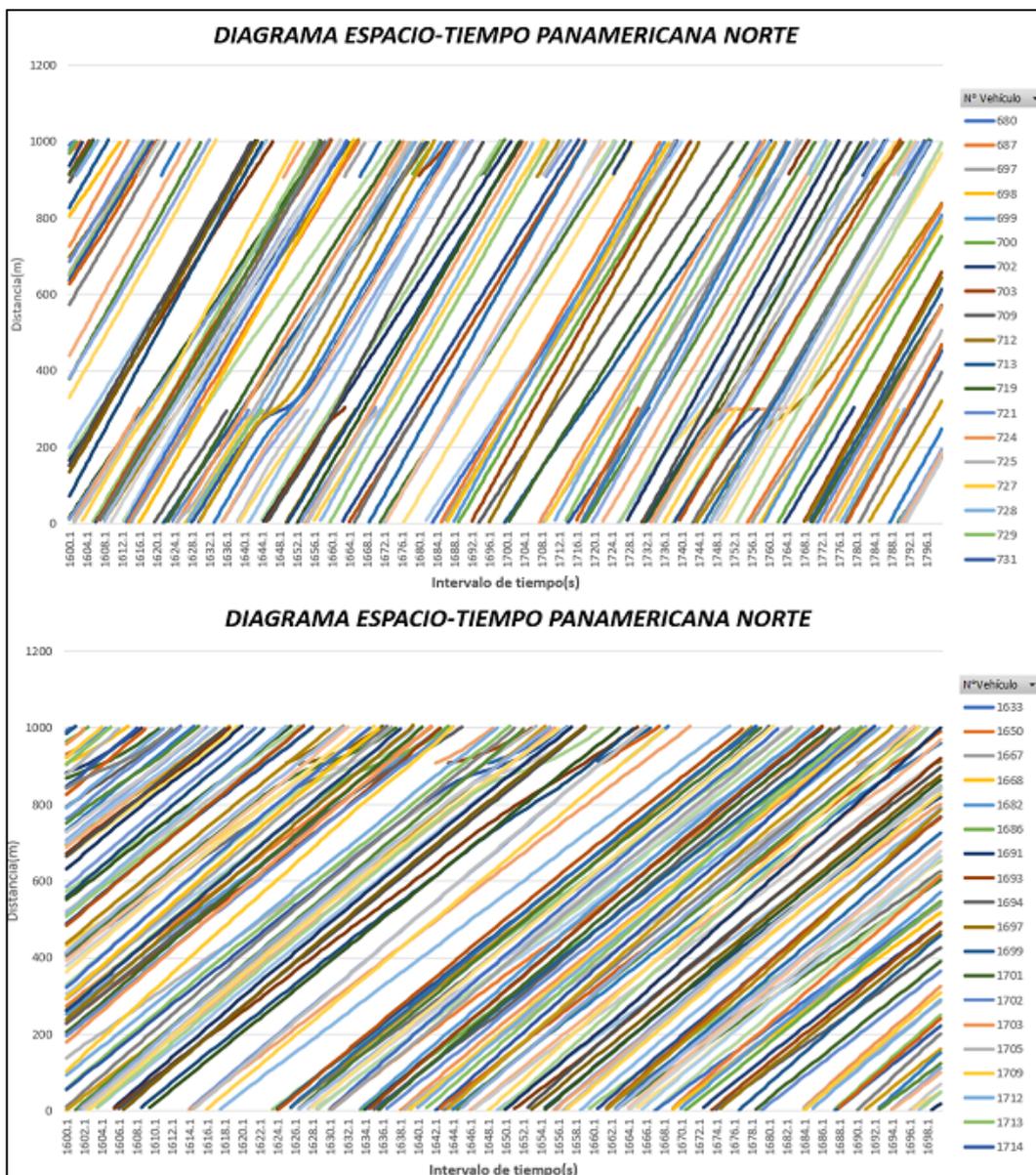


Figura N° 157 Comparación de diagramas espacio-tiempo para la condición de diseño y la condición de planificación del acceso Sur.  
 (Fuente Vissim)

#### 5.4.2 Diagrama de velocidades

Se comparan las velocidades de los dos primeros escenarios estos son: el escenario de la situación actual y del intercambio vial, como vemos en el diagrama de velocidades mostrado comparativamente notamos los cambios sustanciales que hay en las velocidades a lo largo de la Panamericana Norte.

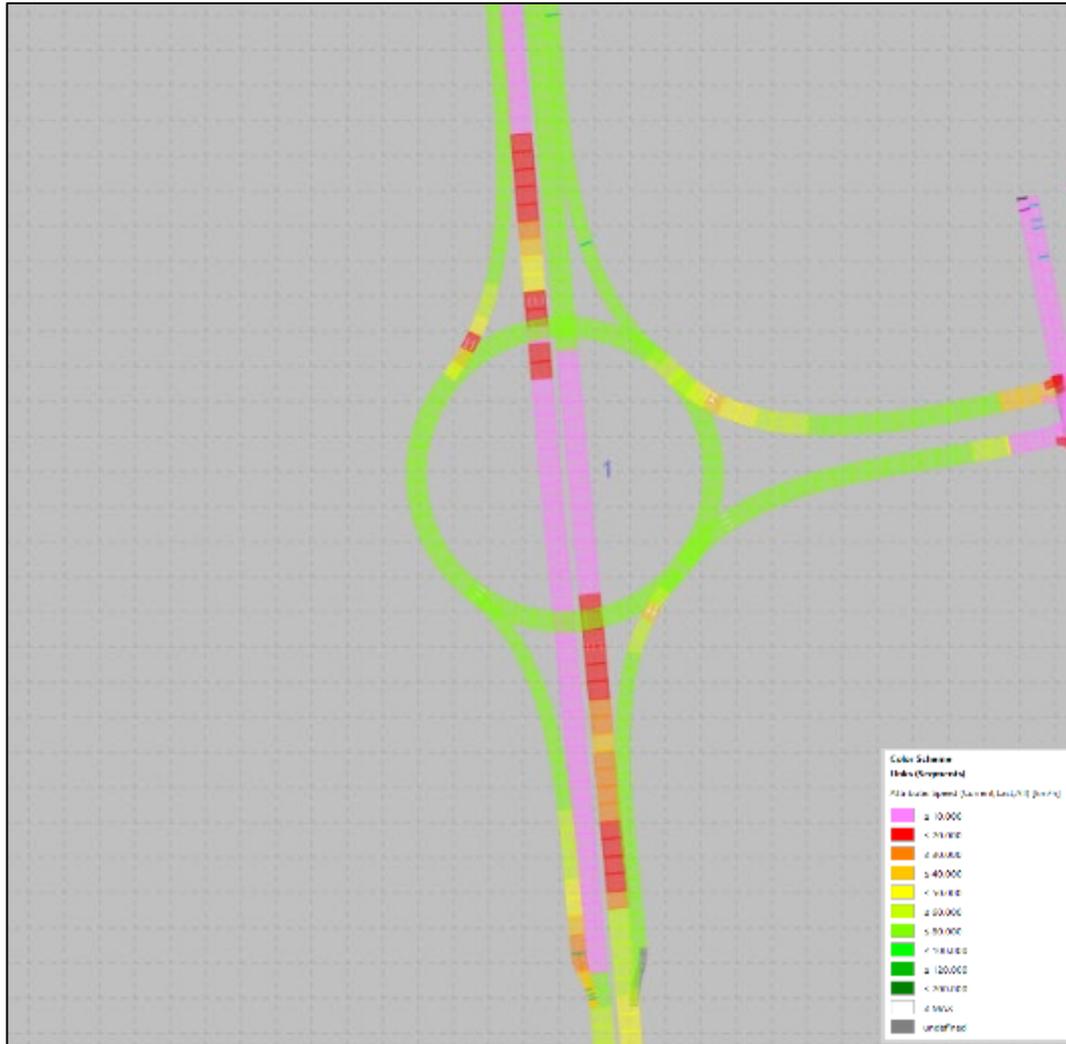


Figura N° 158 Diagrama de velocidades comparativas condición actual/condición de diseño.  
(Fuente Vissim)

Se comparan las velocidades de los dos últimos escenarios estos son: el escenario del intercambio vial y del intercambio vial a 30 años, como vemos en el diagrama de velocidades mostrado comparativamente notamos que las velocidades de operación dentro de la carretera Panamericana Norte disminuyen, pero es en menos de 10 km/h.

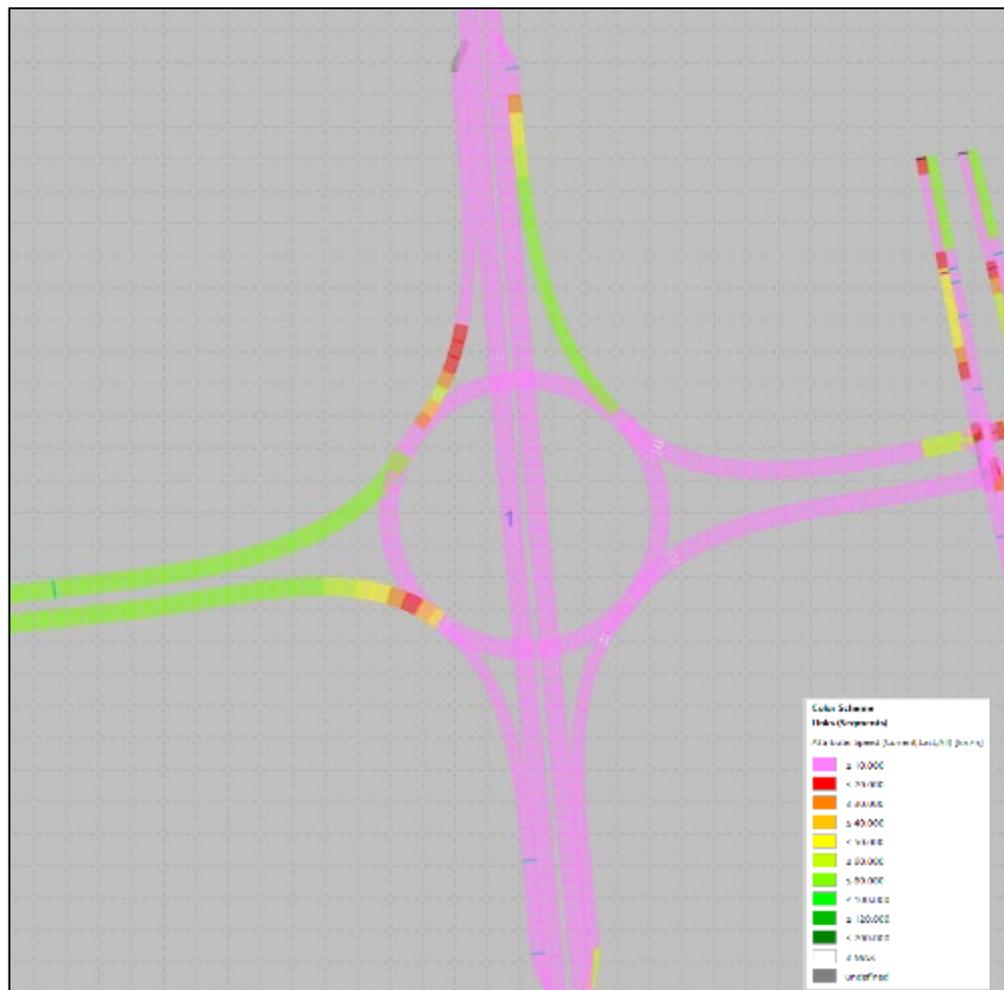


Figura N° 159 Diagrama de velocidades comparativas condición de diseño/condición de planificación.  
(Fuente Vissim)

### 5.4.3 Demoras

Después de realizar el análisis del nodo para los 3 escenarios, se saca las demoras de los accesos para cada escenario, seguidamente se calcula las demoras promedias del nodo asociado a los 3 escenarios como se indica que la figura N°154.

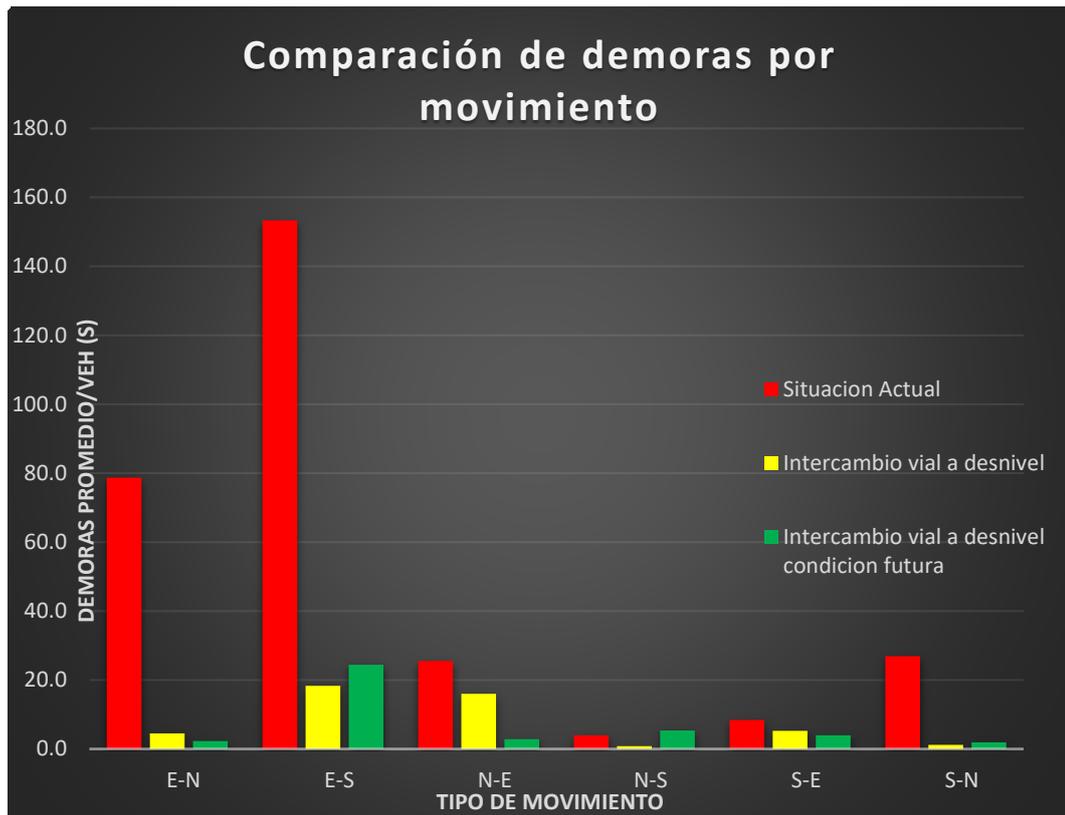


Figura N° 160 Comparación de demoras por acceso para los 3 escenarios.  
(Fuente propia)

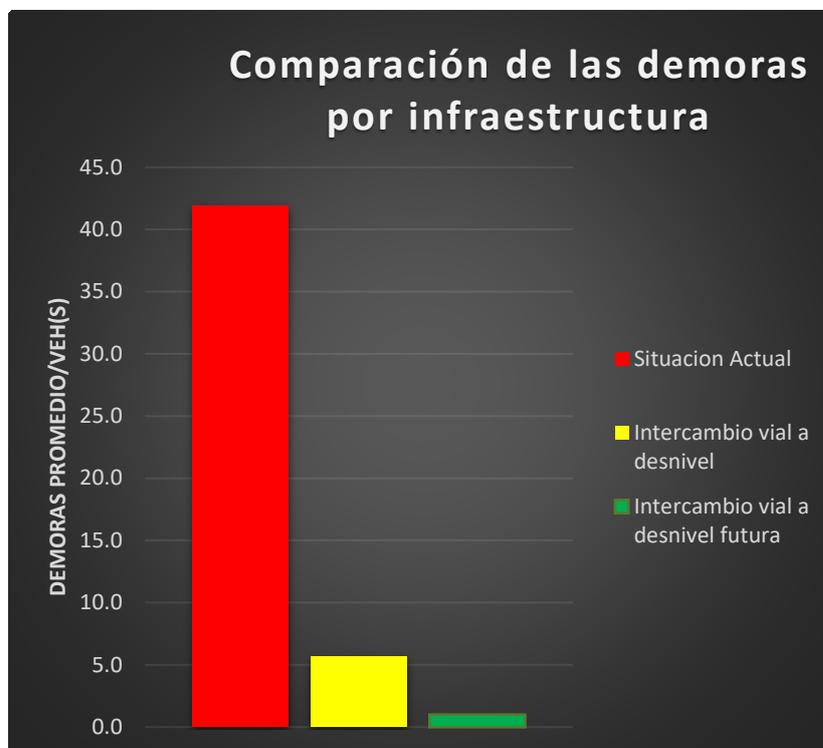


Figura N° 161 Comparación demoras por nodos de los 3 accesos.  
(Fuente propia)

#### 5.4.4 Comparación de técnicas utilizadas

La metodología usada para la descripción del análisis operacional es la del HCM, sin embargo, existen herramientas opcionales para poder hacer dicha descripción como son los análisis de microsimulación como muestra el cuadro N°80.

Cuadro N° 80 Metodologías para la descripción del análisis operacional.

Metodologías	
HCM	Tradicional
Microsimulación	Herramienta opcional
Mesosimulación	Herramienta opcional
Macrosimulación	Herramienta opcional

(Fuente Propia)

El área de influencia como el tipo de infraestructura analizada permitirá tomar el criterio correspondiente para hacer uso de alguna herramienta opcional y el software asociado al mismo como se muestra en el cuadro N°81.

Cuadro N° 81 Software y herramienta de análisis asociada.

Softwares de simulación	
Simtraffic	Microsimulación
Visum	Macrosimulación
Vissim	Microsimulación
TransCAD	Macrosimulación

(Fuente Propia)

De acuerdo a la descripción que se quiera hacer de una cierta realidad se procede a elegir el software más adecuado, uno de los criterios a elegir son los modelos de conducción que cada software maneja como se muestra en el cuadro N°82.

Cuadro N° 82 Modelos de conducción vehicular de cada software

Modelos de conducción vehicular	
Simtraffic	Modelo de microsimulación simple validado en EEUU
Vissim	Se basa en submodelos como el de seguimiento vehicular como son :modelo de pipes, modelo de forbes, modelo estímulo respuesta , general motors, modelos psico-físicos ; este último es el modelo de Wiedemann
	Otro sub modelo es el de cambio de carril que se produce para efectuar un giro, cambiar velocidad, para ceder el paso
	Otro sub modelo es el de aceptación de brechas

(Fuente Propia)

Los datos fundamentales que se toman en campo son datos geométricos, flujos vehiculares y formas de regulación; adicionalmente se hace la toma de datos para la calibración y validación.

Para los flujos vehiculares se puede hacer la recolección de datos de forma manual, conteo con videos, detectores y controladores, la elección de cual técnica usar dependerá de la zona de estudio y la infraestructura a evaluar.

Cuadro N° 83 Técnicas de campo para flujos vehiculares en función a la infraestructura a analizar

Infraestructura a evaluar	Técnica de campo para flujos vehiculares
Vías arteriales	Se recomienda usar detectores, controladores y conteos con video
Intersecciones	Video o manual
Carreteras	Video o manual

(Fuente Propia)

Para la toma de datos que se usarán en la calibración y validación es recomendable usar técnicas de video, sin embargo, con el cuidado correspondiente se puede realizar de forma manual; tanto los datos de flujo vehicular y los de calibración se deben de recolectar simultáneamente; de igual forma cuando se haga la validación del modelo se debe de recolectar simultáneamente los datos de flujo vehicular y los de validación.

## CONCLUSIONES

- La inclusión de la rotonda a desnivel mejora el nivel de servicio de la intersección ya sea en “T” o en “X” en función a su proceso constructivo.
- La carretera Panamericana Norte que en un inicio tiene nivel de servicio “C”, al ser implementado el diseño de la rotonda a desnivel pasa a tener un nivel de servicio “A”, además el nodo en estudio presenta inicialmente un nivel de servicio “D”, con la infraestructura implementada dicho nodo tiene un nivel de servicio “A” esto gracias a que la rotonda mejora notablemente el nivel de servicio de los giros.
- Al implementar la rotonda a desnivel se elimina los conflictos direccionales que eran regulados por las fases semafóricas, así se logra llegar a la definición de flujo ininterrumpido a lo largo de la carretera Panamericana Norte.
- Del diagrama de velocidades observamos mejora en el rango de velocidades de operación en la carretera Panamericana Norte entre 70 km/h y 60 km/h luego de la implementación del intercambio vial a desnivel, manteniendo así el concepto de carretera.
- Las demoras del nodo en “T” después de la implementación del intercambio vial a desnivel disminuyen en 80%.
- La implementación del intercambio vial a desnivel en “T” permite pasar de un régimen saturado (colas residuales) en el análisis de evaluación, a un régimen libre en el análisis de diseño, esto a lo largo de las carreteras Panamericana Norte y Canta-Callao.
- La influencia del diseño de la rotonda en la correcta operación de la misma es independiente del carril de la calzada circulatoria, de los accesos a la rotonda al no existir problemas de capacidad vial.
- En el análisis de planificación (condición futura 30 años) se toma como decisión la ampliación de la carretera Canta-Callao esto permite la

mitigación de efectos negativos producidos por el incremento del flujo vehicular, obteniendo un nivel de servicio "A" (del análisis de diseño) de la carretera Panamericana Norte en su condición futura de 30 años.

- Del análisis del nodo en "T" observemos que las demoras después de la implementación del intercambio vial a desnivel disminuyen sustancialmente tanto por accesos como en todo el nodo en análisis, dichas demoras son producidas únicamente debido a la interacción entre vehículos (conflictos concurrenciales-ondas de choque) y la vía.
- Los modelos de simulación microscópica del tráfico son la mejor manera que podemos analizar el tráfico por tomar en cuenta el comportamiento del vehículo en vía considerando a cada vehículo diferente.
- La decisión de tener rutas estáticas permite tener un control sobre el nodo "T" del modelo de la situación actual, dicho control sobre el nodo "T" se refleja en valores aceptables en el proceso de calibración de volúmenes.
- Los diagramas espacio-tiempo son un mejor indicador visual del comportamiento del vehículo en la vía en comparación del nivel de servicio, ya que estos detallan los diferentes conflictos que se desarrollan.
- El análisis mostrado a lo largo de las etapas de evaluación, diseño y planificación permite tomar la decisión sobre el tipo de infraestructura a implementar.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que tanto las mediciones de flujo de tráfico como la medición de los parámetros de eficiencia como colas, se hagan simultáneamente para obtener un mejor modelo de micro simulación y una correcta calibración de este.
- Se debe realizar un análisis estadístico (distribución t-student) de los parámetros de eficiencia como colas medidos en campo para conocer el número de corridas necesarias a realizar en el software esto para un cierto nivel de confianza de la muestra.
- Se debe efectuar varias iteraciones para llegar a un equilibrio entre el análisis operacional-seguridad vial y diseño geométrico, y así obtener el diseño óptimo.
- Se debe utilizar los diagramas de espacio-tiempo en los estudios de tráfico, por considerarse una mejor forma de estudiar los efectos que producen nuevas infraestructuras a las vías existentes tanto en los análisis de evaluación, diseño y planificación.
- Se recomienda el uso de modelos de microsimulación para cualquier análisis, por representar de mejor manera el comportamiento vehicular (modelo de seguimiento vehicular, cambios de carril) y la forma de interactuar entre vehículos (conflictos concurrenciales, direccionales y funcionales) en comparación de un análisis macroscópico que no toma estas consideraciones.
- Delimitar correctamente el área total de la infraestructura para un correcto análisis de microsimulación.
- Se recomienda hacer futuras investigaciones de demanda (Matrices Origen-Destino) para conocer volúmenes y rutas en la condición futura de 30 años.
- El análisis de microsimulación para la condición futura debe tomar en consideración rutas dinámicas con simulaciones iterativas minimizando los

tiempos O/D hasta llegar a la convergencia de estos tiempos para luego asignar rutas estáticas.

- La elección del software de apoyo en este caso Vissim es muy importante para la simulación en función de lo requerido. Este software requiere de tiempo de calentamiento en función del tamaño de la red simulada, antes de la toma de datos para así tener mayor parecido entre simulación y el comportamiento del vehículo en campo, así mismo el uso de valores semillas para darle el carácter probabilístico al modelo simulado.
- La elección del software de apoyo en este caso Vissim es importante pues los modelos de conducción que lo rigen nos permite reflejar modelos propios adaptados a cualquier realidad.
- Para investigaciones futuras este artículo permitiría hacer una comparación con otro tipo de infraestructuras para su correspondiente análisis operacional evaluando los diferentes parámetros de eficiencia.
- Esta investigación permitiría desarrollar el diseño geométrico final de la infraestructura a desnivel o evaluar la seguridad vial del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiello Perdices, A. C. (2017). *Estudio y mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en Av. Pio XII, Av. Campanar, Calle Vall de la Bellestera y Calle Joaquín Bellester mediante la aplicación del High Capacity Manual 2010*. Tesis de Maestría. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90025/01.%20Memoria.pdf?sequence=1>.
- Biswas, S., Das, R., & Chatterjee, P. (2018). Industry Interactive Innovations in Science, Engineering and Technology. *Industry Interactive Innovations in Science, Engineering and Technology*, 11(August), 411–421. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3953-9>.
- Chura Canahua, S. F. (2018). *Rediseño y microanálisis de la intersección de los jirones Oquendo, Tacna, Los Incas y Av. La Torre, Puno*. Tesis para obtener el grado académico de Ingeniería Civil. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13423>.
- Dextre Quijandría, J. C. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lu, Z., Fu, T., Fu, L., Shiravi, S., & Jiang, C. (2016). A video-based approach to calibrating car-following parameters in VISSIM for urban traffic. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 5(1), 1–9. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2016.06.001>.
- Matías León, J. C. (2004). *Diseño de Proyectos Viales*. Lima – Perú: UNI.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Diseño geométrico de carreteras*. Lima – Perú.
- Otković, I. I., Deluka-Tibljaš, A., & Šurdonja, S. (2020). Validation of the calibration methodology of the micro-simulation traffic model. *Transportation Research Procedia*, 45(2019), 684–691. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.110>.
- PTV Planung Transport Verkehr AG (2016). *PTV.VISSIM 9.00-06 User Manual*. Karlsruhe
- Salgado, D., Jolovic, D., Martin, P. T., & Aldrete, R. M. (2016). *Traffic*

- Microsimulation Models Assessment - A Case Study of International Land Port of Entry. *Procedia Computer Science*, 83(Ant), 441–448. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.04.207>.
- Shahdah, U., Saccomanno, F., & Persaud, B. (2015). Application of traffic microsimulation for evaluating safety performance of urban signalized intersections. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 60, 96–104. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.06.010>.
  - TfL. (2010). *Traffic Modelling Guidelines TfL Traffic Manager and Network Performance Best Practice: Vol. Version 3*.
  - Transportation Research Board (2010). *Highway Capacity Manual*. Washington DC
  - Transportation Research Board (2010). *National Cooperative Highway Research Program Report 672 Roundabouts: An Informational Guide*. Washington DC
  - Yan Mesa, F. M. (2018). *Estudio y mejora de la funcionalidad del tráfico de la intersección semaforizada de la Av. Charles de Gaulle esquina Av. Los Restauradores, en la ciudad de Santo Domingo Este, República Dominicana*. Tesis de Maestría en Transporte. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/111739/Memoria%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  - Zhang, X., Liu, B., & Yuan, D. (2012). Study on traffic flow characteristics and simulation based on the VISSIM. *Applied Mechanics and Materials*, 203, 474–478. Recuperado de <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.203.474>.
  - Zheng, F., Van Zuylen, H., & Liu, X. (2017). A methodological framework of travel time distribution estimation for urban signalized arterial roads. *Transportation Science*, 51(3), 893–917. Recuperado de <https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0718>.

## **ANEXOS**

Anexo A: Aforos de volúmenes de la Intersección Panamericana Norte/ Canta Callao. 161

Anexo B: Aforos de volúmenes de la Intersección Canta Callao/ Av. Unger. 168

Anexo C: Aforos de volúmenes de la Intersección Canta Callao/ Av. Industrial. 175

**Anexo A:**  
**Aforos de volúmenes intersección Panamericana Norte y  
Canta Callao**

Día 1

CONTEO VEHICULAR													
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao												
DISTRITO	Los Olivos												
FECHA	20/11/2019												
DIA	Martes												
HORA DE INICIO	7:00 a. m.												
HORA DE TERMINO	10:00 p.m.												
ESTACION	Panamericana Norte												

Panamericana	↓	11	→	Canta Callao

HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11		
07:00 - 07:15	262	22	65	0	21	0	0	0	26	0	22	1	419	419
07:15 - 07:30	242	96	37	0	17	14	0	0	19	0	9	6	440	859
07:30 - 07:45	438	54	34	0	0	26	0	0	24	0	15	6	597	1456
07:45 - 08:00	410	65	36	0	0	11	0	0	22	0	5	4	553	2009
08:00 - 08:15	436	59	33	0	0	6	0	0	9	0	16	3	562	2152
08:15 - 08:30	324	70	67	0	0	9	0	0	6	1	18	4	499	2211
08:30 - 08:45	412	64	74	0	0	5	0	0	5	0	11	1	572	2186
08:45 - 09:00	375	43	71	0	0	5	0	0	13	1	7	3	518	2151
09:00 - 09:15	398	48	56	0	0	7	0	0	4	1	8	2	524	2113
09:15 - 09:30	468	52	75	0	0	12	0	0	8	1	16	3	635	2249
09:30 - 09:45	366	77	65	0	0	8	0	0	3	0	11	6	536	2213
09:45 - 10:00	334	53	60	1	0	15	0	0	2	0	10	9	484	2179
10:00 - 10:15	350	50	50	0	0	9	0	0	5	0	5	3	472	2127
10:15 - 10:30	319	53	65	1	0	9	0	0	0	1	10	8	466	1958
10:30 - 10:45	334	74	50	0	0	10	0	0	2	1	6	5	482	1904
10:45 - 11:00	313	50	58	0	0	10	0	0	3	2	20	2	458	1878
11:00 - 11:15	291	60	44	0	0	7	0	0	3	1	17	3	426	1832
11:15 - 11:30	240	43	48	0	0	9	0	0	0	0	9	4	353	1719
11:30 - 11:45	318	83	41	0	0	15	0	0	1	0	4	10	472	1709
11:45 - 12:00	276	71	47	0	0	10	0	0	1	1	11	6	423	1674
12:00 - 12:15	235	60	35	0	0	14	0	0	3	1	2	4	354	1602
12:15 - 12:30	319	62	57	0	0	7	0	0	5	0	11	3	464	1713
12:30 - 12:45	253	54	45	3	0	19	0	0	3	1	14	5	397	1638
12:45 - 13:00	281	54	56	0	0	11	0	0	5	1	14	3	425	1640
13:00 - 13:15	246	45	7	0	0	2	0	0	0	0	1	2	303	1589
13:15 - 13:30	303	51	25	0	0	0	0	0	2	0	5	4	390	1515
13:30 - 13:45	262	64	32	0	0	0	0	0	5	0	3	5	371	1489
13:45 - 14:00	225	65	18	0	0	0	0	0	0	0	2	3	313	1377
14:00 - 14:15	210	73	68	0	0	10	0	0	5	0	10	2	378	1452
14:15 - 14:30	177	52	35	1	0	4	0	0	9	0	3	1	282	1344
14:30 - 14:45	278	72	58	0	0	11	0	0	5	0	3	1	428	1401
14:45 - 15:00	238	61	53	0	0	7	0	0	1	1	13	7	381	1469
15:00 - 15:15	202	66	39	0	0	13	0	0	0	0	4	0	324	1415
15:15 - 15:30	188	68	34	0	0	11	0	0	0	0	2	7	310	1443
15:30 - 15:45	145	58	27	0	0	9	0	0	3	1	3	4	250	1265
15:45 - 16:00	224	58	40	1	0	9	0	0	0	0	3	5	340	1224
16:00 - 16:15	135	63	34	0	0	11	0	0	0	0	10	5	258	1158
16:15 - 16:30	134	63	39	1	0	7	0	0	2	0	3	3	252	1100
16:30 - 16:45	151	52	48	0	0	7	0	0	4	0	2	1	265	1115
16:45 - 17:00	165	48	39	0	0	6	0	0	4	0	1	1	264	1039
17:00 - 17:15	140	55	54	0	0	16	0	0	1	1	7	4	278	1059
17:15 - 17:30	247	64	43	0	0	7	0	0	3	0	0	5	369	1176
17:30 - 17:45	258	52	66	0	0	10	0	0	9	0	10	0	405	1316
17:45 - 18:00	258	39	49	1	0	6	0	0	5	1	10	5	374	1426
18:00 - 18:15	339	59	66	0	0	3	0	0	9	1	8	4	489	1637
18:15 - 18:30	255	51	63	0	0	6	0	0	10	0	5	3	393	1661
18:30 - 18:45	327	56	76	0	0	5	0	0	10	0	11	1	486	1742
18:45 - 19:00	269	70	58	0	0	9	0	0	14	0	8	7	435	1803
19:00 - 19:15	218	56	35	0	0	8	0	0	0	0	1	2	320	1634
19:15 - 19:30	342	65	61	1	0	6	0	0	9	1	8	6	499	1740
19:30 - 19:45	287	30	46	0	0	4	0	0	11	0	5	3	386	1640
19:45 - 20:00	265	76	61	0	0	5	0	0	9	1	6	2	425	1630
20:00 - 20:15	272	85	80	0	0	6	0	0	10	0	5	3	461	1771
20:15 - 20:30	278	84	40	0	0	7	0	0	5	3	12	2	431	1703
20:30 - 20:45	254	96	32	0	0	7	0	0	13	3	14	2	421	1738
20:45 - 21:00	219	53	39	0	0	9	0	0	13	3	2	0	338	1651
21:00 - 21:15	210	89	42	1	0	11	0	0	3	4	2	0	362	1552
21:15 - 21:30	207	91	27	2	0	3	0	0	7	0	10	3	350	1471
21:30 - 21:45	212	107	35	4	0	2	0	0	2	3	5	2	372	1422
21:45 - 22:00	146	98	25	0	0	4	0	0	0	0	4	2	279	1363
<b>TOTAL</b>	<b>16280</b>	<b>3752</b>	<b>2863</b>	<b>17</b>	<b>38</b>	<b>489</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>355</b>	<b>36</b>	<b>472</b>	<b>211</b>		

HOJA DE CAMPO													
CONTEO VEHICULAR													
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao												
DISTRITO	Los Olivos												
FECHA	20/11/2019												
DÍA	Martes												
HORA DE INICIO	7:00 a. m.												
HORA DE TERMINO	10:00 p.m.												
ESTACION	Panamericana Norte												

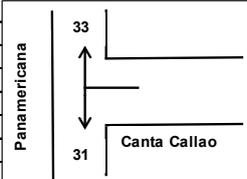
  

HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23		
07:00 - 07:15	247	85	50	12	33	11	0	0	20	19	11	8	496	496
07:15 - 07:30	289	119	43	9	35	6	0	0	14	19	16	20	570	1066
07:30 - 07:45	312	160	77	12	31	13	0	0	10	31	15	23	684	1750
07:45 - 08:00	330	150	52	12	28	17	0	0	14	16	21	9	649	2399
08:00 - 08:15	340	162	48	14	32	23	0	0	16	16	16	7	674	2577
08:15 - 08:30	344	168	41	16	31	29	0	0	13	8	29	14	693	2700
08:30 - 08:45	214	118	46	16	29	24	0	0	8	14	10	16	495	2511
08:45 - 09:00	228	243	39	11	24	23	0	0	7	12	9	9	605	2467
09:00 - 09:15	231	167	57	14	59	21	0	0	2	13	20	14	598	2391
09:15 - 09:30	197	126	44	14	26	38	0	0	6	10	13	2	476	2174
09:30 - 09:45	218	97	62	16	51	27	0	0	6	12	19	12	520	2199
09:45 - 10:00	237	157	63	16	50	36	0	0	14	13	23	14	623	2217
10:00 - 10:15	186	138	59	13	38	24	0	0	10	7	19	6	500	2119
10:15 - 10:30	224	100	63	6	51	34	0	0	10	14	18	5	525	2168
10:30 - 10:45	233	132	59	20	43	38	0	0	15	17	15	13	585	2233
10:45 - 11:00	215	74	51	9	36	26	0	0	9	8	14	6	448	2058
11:00 - 11:15	238	110	54	10	37	28	0	0	13	8	12	8	518	2076
11:15 - 11:30	169	91	32	10	25	30	0	0	11	10	14	10	402	1953
11:30 - 11:45	234	122	60	14	59	30	0	0	14	12	21	10	576	1944
11:45 - 12:00	252	105	48	13	47	32	0	0	16	8	11	7	539	2035
12:00 - 12:15	239	96	54	9	64	36	0	0	12	10	15	7	542	2059
12:15 - 12:30	289	97	73	8	67	39	0	0	18	9	28	7	635	2292
12:30 - 12:45	238	92	43	13	37	18	0	0	12	8	24	6	491	2207
12:45 - 13:00	244	153	15	14	48	31	0	0	15	13	14	12	559	2227
13:00 - 13:15	224	115	42	8	38	27	0	0	8	7	17	6	492	2177
13:15 - 13:30	192	89	38	12	42	32	0	0	10	9	22	8	454	1996
13:30 - 13:45	230	135	53	9	50	24	0	0	13	11	10	10	545	2050
13:45 - 14:00	211	124	36	10	47	30	0	0	7	15	16	5	501	1992
14:00 - 14:15	216	123	55	10	49	23	0	0	5	11	7	6	505	2005
14:15 - 14:30	234	157	39	13	38	31	0	0	6	14	16	3	551	2102
14:30 - 14:45	203	129	53	10	32	25	0	0	4	11	13	10	490	2047
14:45 - 15:00	186	107	39	11	18	23	0	0	5	12	17	5	423	1969
15:00 - 15:15	226	111	45	12	50	35	0	0	7	8	15	7	516	1980
15:15 - 15:30	194	140	59	8	48	27	0	0	8	10	21	7	522	1951
15:30 - 15:45	189	131	38	14	39	39	0	0	6	15	14	10	495	1956
15:45 - 16:00	199	94	41	7	34	11	0	0	8	6	18	8	426	1959
16:00 - 16:15	246	148	69	13	43	41	0	0	16	8	23	9	616	2059
16:15 - 16:30	213	95	55	8	23	21	0	0	10	5	13	9	452	1989
16:30 - 16:45	193	158	36	13	36	13	0	0	5	13	12	10	489	1983
16:45 - 17:00	188	119	49	9	23	42	0	0	7	11	19	6	473	2030
17:00 - 17:15	224	117	55	6	33	35	0	0	12	19	17	10	528	1942
17:15 - 17:30	213	101	46	8	39	34	0	0	10	19	18	8	496	1986
17:30 - 17:45	189	83	54	3	38	23	0	0	8	13	16	8	435	1932
17:45 - 18:00	219	123	66	12	40	30	0	0	12	12	15	6	535	1994
18:00 - 18:15	250	157	55	10	26	20	0	0	17	14	10	2	561	2027
18:15 - 18:30	227	104	66	9	27	17	0	0	23	17	7	5	502	2033
18:30 - 18:45	311	137	77	12	25	21	0	0	17	17	9	6	632	2230
18:45 - 19:00	293	118	57	16	31	14	0	0	20	22	16	16	603	2298
19:00 - 19:15	292	129	77	11	33	7	0	0	20	16	8	6	599	2336
19:15 - 19:30	279	91	63	14	35	13	0	0	29	16	10	4	554	2388
19:30 - 19:45	251	111	65	8	37	9	0	0	19	12	14	5	531	2287
19:45 - 20:00	183	62	61	11	17	5	0	0	14	11	14	3	381	2065
20:00 - 20:15	138	126	54	7	12	8	0	0	15	9	8	1	378	1844
20:15 - 20:30	83	42	37	5	25	7	0	0	8	6	5	4	222	1512
20:30 - 20:45	104	29	37	6	24	5	0	0	15	1	4	1	226	1207
20:45 - 21:00	43	27	24	7	9	2	0	0	5	0	5	0	122	948
21:00 - 21:15	93	13	33	5	13	1	0	0	3	1	3	1	166	736
21:15 - 21:30	86	20	42	16	14	2	0	0	2	3	2	0	187	701
21:30 - 21:45	204	48	90	5	37	7	0	0	8	1	8	1	409	884
21:45 - 22:00	163	60	62	9	38	7	0	0	16	5	16	3	379	1141

HOJA DE CAMPO														
CONTEO VEHICULAR														
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao													
DISTRITO	Los Olivos													
FECHA	20/11/2019													
DIA	Martes													
HORA DE INICIO	7:00 a. m.													
HORA DE TERMINO	10:00 p. m.													
ESTACION	Panamericana Norte													

HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33		
07:00 - 07:15	129	22	15	0	8	0	0	0	20	0	7	1	202	202
07:15 - 07:30	90	96	14	0	10	14	0	0	13	0	8	6	251	453
07:30 - 07:45	127	64	21	0	16	26	0	0	30	0	10	6	300	753
07:45 - 08:00	105	65	30	0	20	11	0	0	20	0	12	4	267	1020
08:00 - 08:15	104	69	20	0	21	16	0	0	22	0	15	3	270	1088
08:15 - 08:30	107	70	15	0	25	15	0	0	21	1	10	4	268	1105
08:30 - 08:45	84	64	6	0	30	5	0	0	14	0	10	1	214	1019
08:45 - 09:00	95	43	11	0	32	5	0	0	18	1	5	3	213	965
09:00 - 09:15	66	48	9	0	18	7	0	0	14	1	4	2	169	864
09:15 - 09:30	69	52	11	0	31	12	0	0	9	1	4	3	192	788
09:30 - 09:45	90	77	10	0	21	8	0	0	14	0	3	6	229	803
09:45 - 10:00	127	53	12	1	30	15	0	0	17	0	5	9	269	859
10:00 - 10:15	115	50	11	0	32	9	0	0	13	0	1	3	234	924
10:15 - 10:30	94	53	8	1	26	9	0	0	7	1	5	8	212	944
10:30 - 10:45	104	74	14	0	26	10	0	0	13	1	6	5	253	968
10:45 - 11:00	94	50	10	0	18	10	0	0	13	2	8	2	207	906
11:00 - 11:15	97	60	7	0	19	7	0	0	13	1	2	3	209	881
11:15 - 11:30	90	43	12	0	31	9	0	0	19	0	6	4	214	883
11:30 - 11:45	101	83	16	0	22	15	0	0	23	0	6	10	276	906
11:45 - 12:00	96	71	10	0	25	10	0	0	5	1	9	6	233	932
12:00 - 12:15	89	60	15	0	19	14	0	0	13	1	3	4	218	941
12:15 - 12:30	81	62	7	0	21	7	0	0	8	0	15	3	204	931
12:30 - 12:45	94	54	12	3	23	19	0	0	12	1	8	5	231	886
12:45 - 13:00	99	54	16	0	30	11	0	0	23	1	3	3	240	893
13:00 - 13:15	84	45	8	0	17	2	0	0	8	0	2	2	168	843
13:15 - 13:30	108	51	11	0	24	0	0	0	11	0	5	4	214	853
13:30 - 13:45	91	64	10	0	25	0	0	0	13	0	8	5	216	838
13:45 - 14:00	83	65	6	0	30	0	0	0	7	0	6	3	200	798
14:00 - 14:15	72	73	9	0	20	10	0	0	8	0	11	2	205	835
14:15 - 14:30	93	52	14	1	24	4	0	0	10	0	6	1	205	826
14:30 - 14:45	69	72	12	0	26	11	0	0	8	0	6	1	205	815
14:45 - 15:00	106	61	10	0	26	7	0	0	8	1	13	7	239	854
15:00 - 15:15	90	66	10	0	21	13	0	0	7	0	8	0	215	864
15:15 - 15:30	63	68	11	0	26	11	0	0	11	0	8	7	205	864
15:30 - 15:45	105	58	13	0	24	9	0	0	6	1	9	4	229	888
15:45 - 16:00	88	58	9	1	21	9	0	0	14	0	7	5	212	861
16:00 - 16:15	76	63	7	0	24	11	0	0	9	0	7	5	202	848
16:15 - 16:30	83	63	13	1	19	7	0	0	11	0	11	3	211	854
16:30 - 16:45	76	52	13	0	5	7	0	0	11	0	1	1	166	791
16:45 - 17:00	112	48	17	0	16	6	0	0	17	0	5	1	222	801
17:00 - 17:15	79	55	6	0	17	16	0	0	13	1	4	4	195	794
17:15 - 17:30	102	64	11	0	23	7	0	0	11	0	7	5	230	813
17:30 - 17:45	79	52	12	0	16	10	0	0	15	0	6	0	190	837
17:45 - 18:00	103	39	9	1	18	6	0	0	13	1	9	5	204	819
18:00 - 18:15	100	59	9	0	17	3	0	0	13	1	13	4	219	843
18:15 - 18:30	125	51	6	0	20	6	0	0	20	0	5	3	236	849
18:30 - 18:45	65	56	10	0	19	5	0	0	9	0	3	1	168	827
18:45 - 19:00	105	70	10	0	14	9	0	0	17	0	6	7	238	861
19:00 - 19:15	83	56	10	0	9	8	0	0	20	0	2	2	190	832
19:15 - 19:30	72	65	9	1	8	6	0	0	13	1	6	6	187	783
19:30 - 19:45	130	30	4	0	10	4	0	0	12	0	4	3	197	812
19:45 - 20:00	192	76	6	0	12	5	0	0	13	1	3	2	310	884
20:00 - 20:15	81	85	12	0	12	6	0	0	9	0	8	3	216	910
20:15 - 20:30	109	84	7	0	6	7	0	0	21	3	3	2	242	965
20:30 - 20:45	91	96	3	0	11	7	0	0	16	3	6	2	235	1003
20:45 - 21:00	110	53	6	0	7	9	0	0	11	3	2	0	201	894
21:00 - 21:15	85	89	8	1	2	11	0	0	11	4	3	0	214	892
21:15 - 21:30	80	91	6	2	7	3	0	0	9	0	2	3	203	853
21:30 - 21:45	89	107	7	4	7	2	0	0	10	3	6	2	237	855
21:45 - 22:00	106	98	7	0	7	4	0	0	17	0	2	2	243	897



Día 2

HOJA DE CAMPO														
CONTEO VEHICULAR														
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao													
DISTRITO	Los Olivos													
FECHA	20/11/2019													
DIA	Miércoles													
HORA DE INICIO	7:00 a. m.													
HORA DE TERMINO	10:00 p.m.													
ESTACION	Panamericana Norte													

Panamericana	↓	11	→	Canta Callao

HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11		
07:00 - 07:15	212	22	59	0	18	0	0	0	26	0	22	1	360	360
07:15 - 07:30	264	84	31	0	18	14	0	0	20	0	9	6	446	806
07:30 - 07:45	434	55	31	0	0	26	0	0	23	0	12	7	588	1394
07:45 - 08:00	332	62	35	0	0	12	0	0	20	0	5	4	470	1864
08:00 - 08:15	445	54	28	0	0	5	0	0	8	0	15	3	558	2062
08:15 - 08:30	330	57	71	0	0	9	0	0	6	1	19	4	497	2113
08:30 - 08:45	346	53	80	0	0	4	0	0	5	0	11	1	500	2025
08:45 - 09:00	364	38	60	0	0	5	0	0	12	1	6	3	489	2044
09:00 - 09:15	350	47	57	0	0	7	0	0	4	1	8	2	476	1962
09:15 - 09:30	491	49	77	0	0	11	0	0	7	1	16	3	655	2120
09:30 - 09:45	344	73	57	0	0	6	0	0	3	0	9	6	498	2118
09:45 - 10:00	337	48	63	1	0	12	0	0	2	0	11	8	482	2111
10:00 - 10:15	305	50	49	0	0	8	0	0	5	0	5	3	425	2060
10:15 - 10:30	271	45	57	1	0	8	0	0	0	1	9	9	401	1806
10:30 - 10:45	344	77	42	0	0	10	0	0	2	1	5	4	485	1793
10:45 - 11:00	326	46	59	0	0	11	0	0	3	2	19	2	468	1779
11:00 - 11:15	311	64	46	0	0	6	0	0	3	1	17	3	451	1805
11:15 - 11:30	206	37	49	0	0	9	0	0	0	0	8	4	313	1717
11:30 - 11:45	270	86	38	0	0	14	0	0	1	0	4	9	422	1654
11:45 - 12:00	265	76	49	0	0	10	0	0	1	1	10	6	418	1604
12:00 - 12:15	188	66	30	0	0	13	0	0	2	1	2	4	306	1459
12:15 - 12:30	348	64	54	0	0	7	0	0	5	0	10	3	491	1637
12:30 - 12:45	213	52	37	3	0	17	0	0	3	1	14	5	345	1560
12:45 - 13:00	259	53	47	0	0	9	0	0	4	1	14	3	390	1532
13:00 - 13:15	263	42	7	0	0	2	0	0	0	0	1	2	317	1543
13:15 - 13:30	273	50	26	0	0	0	0	0	2	0	5	4	360	1412
13:30 - 13:45	241	66	34	0	0	0	0	0	5	0	3	4	353	1420
13:45 - 14:00	189	67	16	0	0	0	0	0	0	0	2	2	276	1306
14:00 - 14:15	195	64	61	0	0	10	0	0	4	0	8	2	344	1333
14:15 - 14:30	179	44	31	1	0	3	0	0	8	0	2	1	269	1242
14:30 - 14:45	256	77	57	0	0	12	0	0	5	0	3	1	411	1300
14:45 - 15:00	200	66	51	0	0	6	0	0	1	1	12	6	343	1367
15:00 - 15:15	208	53	35	0	0	11	0	0	0	0	4	0	311	1334
15:15 - 15:30	199	56	31	0	0	10	0	0	0	0	2	7	305	1370
15:30 - 15:45	126	56	25	0	0	10	0	0	3	1	3	4	228	1187
15:45 - 16:00	240	56	32	1	0	9	0	0	0	0	3	5	346	1190
16:00 - 16:15	111	58	37	0	0	11	0	0	0	0	10	5	232	1111
16:15 - 16:30	129	63	35	1	0	7	0	0	2	0	3	2	242	1048
16:30 - 16:45	148	52	47	0	0	8	0	0	3	0	2	1	261	1081
16:45 - 17:00	153	48	43	0	0	6	0	0	3	0	1	1	255	990
17:00 - 17:15	122	51	49	0	0	15	0	0	1	1	7	4	250	1008
17:15 - 17:30	222	55	44	0	0	6	0	0	3	0	0	5	335	1101
17:30 - 17:45	279	52	69	0	0	11	0	0	9	0	9	0	429	1269
17:45 - 18:00	268	32	48	1	0	6	0	0	4	1	8	5	373	1387
18:00 - 18:15	308	55	66	0	0	3	0	0	9	1	7	4	453	1590
18:15 - 18:30	255	47	62	0	0	5	0	0	10	0	5	3	387	1642
18:30 - 18:45	343	47	77	0	0	4	0	0	10	0	10	1	492	1705
18:45 - 19:00	245	64	60	0	0	9	0	0	14	0	7	6	405	1737
19:00 - 19:15	192	60	29	0	0	7	0	0	0	0	1	2	291	1575
19:15 - 19:30	315	68	55	1	0	6	0	0	7	1	8	6	467	1655
19:30 - 19:45	278	25	37	0	0	4	0	0	11	0	4	3	362	1525
19:45 - 20:00	233	70	55	0	0	5	0	0	9	1	5	2	380	1500
20:00 - 20:15	272	71	81	0	0	5	0	0	11	0	5	2	447	1656
20:15 - 20:30	281	76	38	0	0	6	0	0	4	3	13	2	423	1612
20:30 - 20:45	213	105	30	0	0	7	0	0	12	3	15	2	387	1637
20:45 - 21:00	237	55	41	0	0	9	0	0	11	2	2	0	357	1614
21:00 - 21:15	187	76	34	1	0	9	0	0	3	4	2	0	316	1483
21:15 - 21:30	207	94	24	2	0	3	0	0	7	0	9	3	349	1409
21:30 - 21:45	191	106	38	4	0	2	0	0	2	3	5	2	353	1375
21:45 - 22:00	161	85	23	0	0	4	0	0	0	0	3	2	278	1296
<b>TOTAL</b>	<b>15474</b>	<b>3570</b>	<b>2734</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>464</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>338</b>	<b>35</b>	<b>449</b>	<b>204</b>		

HOJA DE CAMPO													
CONTEO VEHICULAR													
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao												
DISTRITO	Los Olivos												
FECHA	20/11/2019												
DIA	Miercoles												
HORA DE INICIO	7:00 a. m.												
HORA DE TERMINO	10:00 p.m.												
ESTACION	Panamericana Norte												

HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23		
07:00 - 07:15	235	66	51	10	24	11	0	0	21	14	11	8	451	451
07:15 - 07:30	269	132	43	10	27	5	0	0	14	21	12	19	552	1003
07:30 - 07:45	225	154	66	10	26	10	0	0	9	30	15	22	567	1570
07:45 - 08:00	256	99	51	10	26	18	0	0	13	16	21	10	520	2090
08:00 - 08:15	207	129	49	15	26	24	0	0	14	12	12	7	495	2134
08:15 - 08:30	293	153	35	12	29	25	0	0	11	8	22	12	600	2182
08:30 - 08:45	182	133	32	13	21	18	0	0	8	14	8	12	441	2056
08:45 - 09:00	233	279	30	8	24	17	0	0	5	12	7	7	622	2158
09:00 - 09:15	171	127	47	14	55	16	0	0	2	11	15	15	473	2136
09:15 - 09:30	199	122	32	16	21	33	0	0	6	9	12	2	452	1988
09:30 - 09:45	192	76	49	18	54	21	0	0	4	10	15	10	449	1996
09:45 - 10:00	228	127	63	12	44	37	0	0	12	10	16	15	564	1938
10:00 - 10:15	186	108	51	13	33	25	0	0	10	7	15	5	453	1918
10:15 - 10:30	222	102	45	5	50	36	0	0	10	16	15	6	507	1973
10:30 - 10:45	205	100	42	15	36	36	0	0	14	14	13	15	490	2014
10:45 - 11:00	204	62	39	9	35	23	0	0	8	6	12	6	404	1854
11:00 - 11:15	171	109	55	8	37	22	0	0	9	6	11	6	434	1835
11:15 - 11:30	152	98	30	10	19	33	0	0	12	8	13	8	383	1711
11:30 - 11:45	211	118	45	16	60	29	0	0	14	9	19	10	531	1752
11:45 - 12:00	186	85	45	11	36	31	0	0	12	7	10	6	429	1777
12:00 - 12:15	196	85	47	7	67	37	0	0	9	9	11	6	474	1817
12:15 - 12:30	260	85	68	7	68	42	0	0	13	9	27	7	586	2020
12:30 - 12:45	233	89	44	11	36	14	0	0	12	7	22	6	474	1963
12:45 - 13:00	227	122	13	13	49	33	0	0	11	14	13	10	505	2039
13:00 - 13:15	177	107	42	8	32	29	0	0	8	8	13	7	431	1996
13:15 - 13:30	136	71	37	11	36	33	0	0	9	8	18	9	368	1778
13:30 - 13:45	230	135	38	10	44	21	0	0	11	13	8	11	521	1825
13:45 - 14:00	207	93	30	8	48	34	0	0	7	17	14	4	462	1782
14:00 - 14:15	205	130	43	9	44	23	0	0	4	11	5	5	479	1830
14:15 - 14:30	243	129	39	11	30	35	0	0	5	13	13	3	521	1983
14:30 - 14:45	146	128	54	11	29	27	0	0	3	8	12	11	429	1891
14:45 - 15:00	179	112	29	11	18	23	0	0	5	10	12	4	403	1832
15:00 - 15:15	194	104	39	11	37	31	0	0	7	8	12	6	449	1802
15:15 - 15:30	153	122	52	9	44	22	0	0	7	11	16	7	443	1724
15:30 - 15:45	142	132	36	13	35	41	0	0	5	16	14	9	443	1738
15:45 - 16:00	143	101	35	8	35	12	0	0	7	6	14	8	369	1704
16:00 - 16:15	212	127	53	14	37	35	0	0	12	9	19	10	528	1783
16:15 - 16:30	185	102	40	6	20	23	0	0	8	4	13	10	411	1751
16:30 - 16:45	183	126	33	12	32	15	0	0	5	12	12	11	441	1749
16:45 - 17:00	165	94	51	9	23	33	0	0	7	13	14	6	415	1795
17:00 - 17:15	184	91	40	6	28	40	0	0	11	17	14	12	443	1710
17:15 - 17:30	162	111	36	8	28	27	0	0	10	14	15	6	417	1716
17:30 - 17:45	134	82	56	3	35	17	0	0	8	10	12	6	363	1638
17:45 - 18:00	230	95	48	13	38	25	0	0	8	14	11	6	488	1711
18:00 - 18:15	238	154	40	10	20	18	0	0	16	16	9	2	523	1791
18:15 - 18:30	211	108	53	10	28	16	0	0	22	20	7	4	479	1853
18:30 - 18:45	327	119	78	10	26	22	0	0	12	18	8	5	625	2115
18:45 - 19:00	246	96	60	18	29	11	0	0	20	19	14	18	531	2158
19:00 - 19:15	251	110	59	12	31	7	0	0	21	14	7	5	517	2152
19:15 - 19:30	251	74	57	14	26	14	0	0	26	13	10	4	489	2162
19:30 - 19:45	226	85	63	7	34	7	0	0	17	12	10	4	465	2002
19:45 - 20:00	139	68	49	11	15	6	0	0	14	9	11	3	325	1796
20:00 - 20:15	138	127	40	8	10	7	0	0	11	7	6	1	355	1634
20:15 - 20:30	61	48	28	5	19	7	0	0	8	6	5	4	191	1336
20:30 - 20:45	81	25	31	5	25	5	0	0	11	1	3	1	188	1059
20:45 - 21:00	34	29	17	5	6	2	0	0	5	0	4	0	102	836
21:00 - 21:15	83	13	28	5	10	1	0	0	3	1	3	1	148	629
21:15 - 21:30	69	17	33	12	11	2	0	0	2	3	2	0	151	589
21:30 - 21:45	200	40	74	5	28	8	0	0	6	1	8	1	371	772
21:45 - 22:00	143	46	57	10	30	6	0	0	17	5	14	3	331	1001
<b>TOTAL</b>	<b>11451</b>	<b>6111</b>	<b>2670</b>	<b>611</b>	<b>1924</b>	<b>1281</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>611</b>	<b>646</b>	<b>729</b>	<b>437</b>		

HOJA DE CAMPO													
CONTEO VEHICULAR													
UBICACIÓN	Intersección carreteras Panamericana Norte -Canta Callao												
DISTRITO	Los Olivos												
FECHA	20/11/2019												
DIA	Miercoles												
HORA DE INICIO	7:00 a. m.												
HORA DE TERMINO	10:00 p. m.												
ESTACION	Panamericana Norte												

HORAS DE CONTROL	AUTOS		BUS		CAMIONES		MOTOS		COMBIS		CAMIONETA		TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33	31	33		
07:00 - 07:15	101	22	11	0	7	0	0	0	15	0	5	1	162	162
07:15 - 07:30	79	93	12	0	8	13	0	0	12	0	7	6	230	392
07:30 - 07:45	92	61	9	0	14	31	0	0	17	0	6	6	236	628
07:45 - 08:00	72	84	10	0	16	13	0	0	15	0	5	5	220	848
08:00 - 08:15	88	57	12	0	20	6	0	0	10	0	4	4	201	887
08:15 - 08:30	68	90	7	0	20	11	0	0	11	1	6	4	218	875
08:30 - 08:45	73	79	5	0	29	5	0	0	12	0	9	1	213	852
08:45 - 09:00	88	57	10	0	25	6	0	0	14	1	4	4	209	841
09:00 - 09:15	63	47	8	0	15	8	0	0	13	1	4	3	162	802
09:15 - 09:30	51	59	10	0	26	12	0	0	8	1	4	4	175	759
09:30 - 09:45	86	86	8	0	17	8	0	0	13	0	3	7	228	774
09:45 - 10:00	98	61	11	1	29	19	0	0	16	0	5	9	249	814
10:00 - 10:15	93	48	9	0	24	11	0	0	12	0	1	4	202	854
10:15 - 10:30	88	63	7	1	25	11	0	0	7	1	4	10	217	896
10:30 - 10:45	85	90	12	0	20	13	0	0	11	1	6	5	243	911
10:45 - 11:00	87	61	7	0	15	12	0	0	12	2	6	3	205	867
11:00 - 11:15	76	68	6	0	15	9	0	0	12	1	2	4	193	858
11:15 - 11:30	69	55	10	0	29	9	0	0	16	0	5	5	198	839
11:30 - 11:45	88	84	14	0	16	17	0	0	19	0	5	12	255	851
11:45 - 12:00	84	77	8	0	24	10	0	0	4	1	7	6	221	867
12:00 - 12:15	73	62	12	0	16	17	0	0	10	1	3	5	199	873
12:15 - 12:30	65	82	5	0	20	9	0	0	6	0	13	3	203	878
12:30 - 12:45	86	69	11	3	20	21	0	0	11	1	7	5	234	857
12:45 - 13:00	89	63	16	0	25	13	0	0	22	1	3	4	236	872
13:00 - 13:15	65	50	6	0	15	2	0	0	6	0	2	3	149	822
13:15 - 13:30	104	51	9	0	21	0	0	0	9	0	5	5	204	823
13:30 - 13:45	73	65	10	0	19	0	0	0	10	0	6	7	190	779
13:45 - 14:00	73	85	5	0	25	0	0	0	5	0	5	3	201	744
14:00 - 14:15	62	82	8	0	17	10	0	0	7	0	8	2	196	791
14:15 - 14:30	71	49	13	1	20	5	0	0	9	0	5	1	174	761
14:30 - 14:45	59	78	11	0	23	13	0	0	6	0	5	1	196	767
14:45 - 15:00	91	73	9	0	23	8	0	0	7	1	11	9	232	798
15:00 - 15:15	84	80	8	0	19	14	0	0	6	0	7	0	218	820
15:15 - 15:30	47	76	10	0	21	14	0	0	9	0	7	9	193	839
15:30 - 15:45	83	67	10	0	21	10	0	0	5	1	7	4	208	851
15:45 - 16:00	85	66	8	1	17	9	0	0	13	0	5	6	210	829
16:00 - 16:15	64	65	6	0	23	13	0	0	7	0	6	6	190	801
16:15 - 16:30	71	64	10	1	17	7	0	0	10	0	10	3	193	801
16:30 - 16:45	71	61	11	0	4	9	0	0	9	0	1	1	167	760
16:45 - 17:00	87	51	13	0	14	7	0	0	15	0	4	1	192	742
17:00 - 17:15	74	74	6	0	13	16	0	0	10	1	3	4	201	753
17:15 - 17:30	92	84	9	0	20	9	0	0	10	0	6	6	236	796
17:30 - 17:45	64	58	9	0	12	13	0	0	14	0	6	0	176	805
17:45 - 18:00	78	52	7	1	16	6	0	0	13	1	8	6	188	801
18:00 - 18:15	96	59	7	0	16	4	0	0	12	1	10	5	210	810
18:15 - 18:30	101	67	6	0	19	7	0	0	19	0	5	4	228	802
18:30 - 18:45	59	54	10	0	18	6	0	0	8	0	3	1	159	785
18:45 - 19:00	96	82	8	0	12	10	0	0	15	0	5	9	237	834
19:00 - 19:15	68	68	8	0	7	9	0	0	18	0	2	2	182	806
19:15 - 19:30	60	81	8	1	6	6	0	0	11	1	5	7	186	764
19:30 - 19:45	104	31	3	0	8	4	0	0	10	0	3	3	166	771
19:45 - 20:00	167	74	6	0	10	5	0	0	10	1	3	3	279	813
20:00 - 20:15	74	82	11	0	10	7	0	0	8	0	8	3	203	834
20:15 - 20:30	105	108	6	0	6	8	0	0	16	3	2	3	257	905
20:30 - 20:45	68	97	2	0	10	9	0	0	13	3	5	2	209	948
20:45 - 21:00	102	71	5	0	5	12	0	0	8	4	2	0	209	878
21:00 - 21:15	80	101	7	1	2	11	0	0	10	5	2	0	219	894
21:15 - 21:30	66	116	4	2	7	3	0	0	7	0	2	4	211	848
21:30 - 21:45	86	117	5	5	5	3	0	0	9	4	5	3	242	881
21:45 - 22:00	82	113	6	0	7	5	0	0	13	0	2	2	230	902
<b>TOTAL</b>	<b>4854</b>	<b>4270</b>	<b>510</b>	<b>18</b>	<b>983</b>	<b>558</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>665</b>	<b>39</b>	<b>305</b>	<b>248</b>		

**Anexo B:**  
**Aforos de volúmenes intersección Canta Callao y Av.**  
**Unger**



HOJA DE CAMPO																										
CONTEO VEHICULAR																										
UBICACIÓN	Intersección Canta Callao con Av.Unger																									
DISTRITO	Los Olivos																									
FECHA	20/11/2019																									
DÍA	Martes																									
HORA DE INICIO	7:00 a. m.																									
HORA DE TÉRMINO	10:00 p. m.																									
ESTACIÓN	Unger																									
HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				COMBIS				CAMIONETA				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	5	46	44	0	0	27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	165	165		
07:15 - 07:30	7	87	42	0	0	24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	190	355			
07:30 - 07:45	3	120	41	0	0	22	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	246	601			
07:45 - 08:00	7	127	35	0	0	19	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	235	836			
08:00 - 08:15	3	110	39	0	0	15	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	217	888			
08:15 - 08:30	5	176	41	0	0	17	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	297	995			
08:30 - 08:45	3	123	44	0	0	18	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	249	998			
08:45 - 09:00	6	273	45	0	0	14	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	393	1156			
09:00 - 09:15	4	154	45	0	0	10	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	267	1206			
09:15 - 09:30	5	117	35	0	0	11	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	224	1133		
09:30 - 09:45	8	104	39	0	0	16	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	205	1089			
09:45 - 10:00	3	122	40	0	0	12	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	241	937			
10:00 - 10:15	3	142	36	0	0	16	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	236	906			
10:15 - 10:30	6	99	43	0	0	7	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	206	888			
10:30 - 10:45	4	173	40	0	0	20	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	286	969			
10:45 - 11:00	6	72	36	0	0	7	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	3	0	154	882		
11:00 - 11:15	8	121	37	0	0	10	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	213	859			
11:15 - 11:30	4	91	36	0	0	11	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	201	854			
11:30 - 11:45	3	109	41	0	0	10	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	219	787			
11:45 - 12:00	8	115	36	0	0	13	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	21	0	236	869		
12:00 - 12:15	8	148	44	0	0	7	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	260	916			
12:15 - 12:30	7	137	45	0	0	8	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	243	958			
12:30 - 12:45	6	113	44	0	0	13	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	220	959			
12:45 - 13:00	7	154	35	0	0	12	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	266	989			
13:00 - 13:15	3	75	45	0	0	12	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	169	898			
13:15 - 13:30	7	74	43	0	0	6	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	180	835			
13:30 - 13:45	4	119	45	0	0	13	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	219	834			
13:45 - 14:00	6	109	39	0	0	9	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	210	778			
14:00 - 14:15	7	114	38	0	0	11	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	228	837			
14:15 - 14:30	3	131	45	0	0	14	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	255	912			
14:30 - 14:45	7	137	42	0	0	7	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	243	936			
14:45 - 15:00	5	113	42	0	0	8	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	215	941			
15:00 - 15:15	6	109	41	0	0	10	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	238	951			
15:15 - 15:30	8	137	37	0	0	9	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	258	954			
15:30 - 15:45	4	136	36	0	0	15	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	271	982			
15:45 - 16:00	4	135	38	0	0	6	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	224	991			
16:00 - 16:15	8	126	43	0	0	12	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	267	1020			
16:15 - 16:30	8	102	43	0	0	7	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	241	1003			
16:30 - 16:45	4	202	39	0	0	10	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	297	1029			
16:45 - 17:00	4	102	35	0	0	5	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	207	1012			
17:00 - 17:15	7	156	36	0	0	6	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	275	1020			
17:15 - 17:30	6	169	45	0	0	9	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	309	1088			
17:30 - 17:45	7	138	35	0	0	6	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	248	1039			
17:45 - 18:00	7	138	44	0	0	11	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	260	1092			
18:00 - 18:15	8	192	39	0	0	10	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	299	1116			
18:15 - 18:30	8	158	35	0	0	11	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	274	1081			
18:30 - 18:45	3	125	41	0	0	11	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	237	1070			
18:45 - 19:00	5	173	45	0	0	14	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	291	1101			
19:00 - 19:15	7	120	42	0	0	9	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	212	1014			
19:15 - 19:30	7	93	35	0	0	16	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	202	942			
19:30 - 19:45	6	180	36	0	0	8	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	269	974			
19:45 - 20:00	7	79	38	0	0	9	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	183	866			
20:00 - 20:15	6	156	45	0	0	11	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	242	896			
20:15 - 20:30	6	59	45	0	0	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	126	820			
20:30 - 20:45	7	81	36	0	0	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	149	700			
20:45 - 21:00	3	45	41	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	104	621			
21:00 - 21:15	8	40	37	0	0	14	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	104	483			
21:15 - 21:30	4	34	37	0	0	20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	106	463			
21:30 - 21:45	6	64	43	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	127	441			
21:45 - 22:00	6	76	35	0	0	10	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	141	478			
TOTAL	341	7230	2404	0	0	690	0	0	0	1373	0	0	0	0	0	0	0	879	0	0	0	632	0	0		



Día 2

HOJA DE CAMPO																														
CONTEO VEHICULAR																														
UBICACIÓN		Intersección Canta Callao con Av.Unger																												
DISTRITO		Los Olivos																												
FECHA		20/11/2019																												
DÍA		Miércoles																												
HORA DE INICIO		7:00 a. m.																												
HORA DE TERMINO		10:00 p. m.																												
ESTACIÓN		Unger																												
HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				MOTOTAXIS				COMBIS				CAMIONETA				SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	8	174	62	0	0	19	1	0	0	14	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17	5	0	0	19	25	0	349	349	
07:15 - 07:30	11	213	95	0	0	15	0	0	0	27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	9	11	0	397	746	
07:30 - 07:45	1	193	61	0	0	12	0	0	0	38	13	0	0	0	0	2	0	0	0	15	1	0	0	20	3	0	360	1106		
07:45 - 08:00	6	261	80	0	0	8	0	0	0	11	8	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	5	11	0	397	1503		
08:00 - 08:15	10	159	68	0	0	9	0	0	0	36	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	1	0	0	11	13	0	329	1483	
08:15 - 08:30	8	158	48	0	0	7	0	0	0	26	18	0	0	0	0	0	0	0	0	19	2	0	0	12	11	0	309	1395		
08:30 - 08:45	2	149	55	0	0	5	0	0	0	36	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16	0	0	7	11	0	291	1326		
08:45 - 09:00	5	123	46	0	0	8	0	0	0	29	6	0	0	0	0	1	0	1	0	9	3	0	0	10	14	0	255	1184		
09:00 - 09:15	9	157	45	0	0	17	0	0	0	30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	0	0	8	14	0	302	1157		
09:15 - 09:30	6	89	56	0	0	14	1	0	0	19	17	0	0	0	0	2	0	1	0	11	3	0	0	6	12	0	237	1085		
09:30 - 09:45	5	176	54	0	0	7	0	0	0	29	10	0	0	0	0	0	0	1	0	15	2	0	0	9	14	0	322	1116		
09:45 - 10:00	9	152	38	0	0	12	0	0	0	33	11	0	0	0	0	1	0	1	0	10	4	0	0	8	12	0	291	1152		
10:00 - 10:15	3	156	47	0	0	13	0	0	0	42	8	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	7	11	0	297	1147		
10:15 - 10:30	3	165	39	0	0	4	1	0	0	25	8	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	1	18	0	272	1182		
10:30 - 10:45	6	143	50	0	0	12	0	0	0	28	8	0	0	0	0	1	0	2	0	15	5	0	0	12	6	0	288	1148		
10:45 - 11:00	9	139	47	0	0	9	1	0	0	26	3	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	7	10	0	261	1118			
11:00 - 11:15	4	207	57	0	0	10	0	0	0	32	6	0	0	0	0	0	0	1	0	10	5	0	0	13	12	0	357	1178		
11:15 - 11:30	0	150	57	0	0	11	0	0	0	32	14	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	16	12	0	304	1210			
11:30 - 11:45	8	146	45	0	0	9	0	0	0	5	9	0	0	0	0	1	0	0	0	8	1	0	0	11	15	0	258	1180		
11:45 - 12:00	8	161	27	0	0	6	0	0	0	24	5	0	0	0	0	2	0	1	0	6	3	0	0	3	5	0	251	1170		
12:00 - 12:15	5	110	35	0	0	7	0	0	0	25	3	0	0	0	0	0	0	1	0	10	6	0	0	1	16	0	219	1032		
12:15 - 12:30	4	132	41	0	0	11	1	0	0	19	9	0	0	0	0	1	0	1	0	12	1	0	0	4	9	0	245	973		
12:30 - 12:45	7	133	35	0	0	14	0	0	0	34	10	0	0	0	0	2	0	1	0	8	1	0	0	4	14	0	263	978		
12:45 - 13:00	3	80	39	0	0	7	0	0	0	21	5	0	0	0	0	0	0	1	0	5	2	0	0	3	21	0	187	914		
13:00 - 13:15	8	129	32	0	0	3	0	0	0	14	7	0	0	0	0	1	0	1	0	6	2	0	0	2	11	0	216	911		
13:15 - 13:30	0	102	50	0	0	9	0	0	0	17	6	0	0	0	0	2	0	0	0	8	4	0	0	3	14	0	215	881		
13:30 - 13:45	5	192	44	0	0	10	0	0	0	15	5	0	0	0	0	0	0	1	0	10	4	0	0	9	9	0	304	922		
13:45 - 14:00	0	132	31	0	0	5	0	0	0	28	6	0	0	0	0	0	0	3	0	7	1	0	0	6	9	0	228	963		
14:00 - 14:15	1	191	38	0	0	16	1	0	0	30	5	0	0	0	0	1	0	0	0	11	6	0	0	5	22	0	327	1074		
14:15 - 14:30	4	185	38	0	0	8	0	0	0	18	7	0	0	0	0	0	0	1	0	8	1	0	0	6	26	0	302	1161		
14:30 - 14:45	1	140	29	0	0	9	1	0	0	32	8	0	0	0	0	2	0	0	0	12	2	0	0	5	24	0	265	1122		
14:45 - 15:00	6	172	16	0	0	12	0	0	0	19	3	0	0	0	0	3	0	0	0	7	3	0	0	9	10	0	260	1154		
15:00 - 15:15	3	131	27	0	0	6	0	0	0	12	13	0	0	0	0	1	0	1	0	7	2	0	0	1	19	0	223	1050		
15:15 - 15:30	2	139	37	0	0	1	0	0	0	41	4	0	0	0	0	0	0	1	0	4	4	0	0	4	21	0	258	1006		
15:30 - 15:45	4	140	35	0	0	5	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	2	0	9	0	0	0	5	17	0	249	990		
15:45 - 16:00	9	145	37	0	0	4	0	0	0	22	6	0	0	0	0	0	0	1	0	9	2	0	0	7	31	0	273	1003		
16:00 - 16:15	1	159	55	0	0	8	0	0	0	21	6	0	0	0	0	1	0	2	0	8	3	0	0	3	16	0	283	1063		
16:15 - 16:30	4	127	38	0	0	6	2	0	0	40	7	0	0	0	0	1	0	1	0	11	3	0	0	3	17	0	260	1065		
16:30 - 16:45	8	167	59	0	0	10	0	0	0	17	8	0	0	0	0	0	0	1	0	8	1	0	0	1	13	0	293	1109		
16:45 - 17:00	3	122	63	0	0	10	0	0	0	27	4	0	0	0	0	0	0	2	0	12	5	0	0	10	20	0	278	1114		
17:00 - 17:15	3	166	48	0	0	9	2	0	0	21	11	0	0	0	0	0	0	0	11	3	0	0	4	11	0	289	1120			
17:15 - 17:30	5	205	46	0	0	12	0	0	0	40	10	0	0	0	0	0	0	2	0	16	3	0	0	3	14	0	356	1216		
17:30 - 17:45	6	168	76	0	0	8	0	0	0	33	9	0	0	0	0	2	0	0	0	17	3	0	0	13	24	0	359	1282		
17:45 - 18:00	3	172	59	0	0	14	1	0	0	42	8	0	0	0	0	0	0	1	0	16	1	0	0	8	10	0	335	1339		
18:00 - 18:15	2	169	41	0	0	6	0	0	0	24	10	0	0	0	0	1	0	2	0	14	1	0	0	9	19	0	298	1348		
18:15 - 18:30	0	178	62	0	0	6	0	0	0	20	7	0	0	0	0	0	0	1	0	18	3	0	0	9	18	0	322	1314		
18:30 - 18:45	7	154	38	0	0	11	1	0	0	13	5	0	0	0	0	0	0	0	25	2	0	0	7	26	0	289	1244			
18:45 - 19:00	4	141	36	0	0	11	0	0	0	14	4	0	0	0	0	1	0	0	0	17	0	0	0	2	19	0	249	1158		
19:00 - 19:15	6	154	44	0	0	7	1	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	16	4	0	0	3	7	0	254	1114			
19:15 - 19:30	4	200	79	0	0	11	1	0	0	21	4	0	0	0	0	1	0	1	0	20	0	0	0	8	27	0	377	1169		
19:30 - 19:45	3	142	57	0	0	6	0	0	0	15	8	0	0	0	0	0	0	2	0	15	1	0	0	1	11	0	261	1141		
19:45 - 20:00	8	157	34	0	0	11	0	0	0	8	3	0	0	0	0	1	0	0	0	17	2	0	0	4	9	0	254	1146		
20:00 - 20:15	5	158	60	0	0	8	1	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	12	0	0	0	4	1	0	261	1153		
20:15 - 20:30	9	199	38	0	0	4	0	0	0	2	3	0	0	0	0	2	0	1	0	11	0	0	0	2	9	0	280	1056		
20:30 - 20:45	6	117	17	0	0	4	1	0	0	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13	0	0	0	11	3	0	184	979		
20:45 - 21:00	1	153	38	0	0	3	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	17	0	0	0	0	12	0	232	957		
21:00 - 21:15	7	137	18	0	0	7	0	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	1	5	0	195	891		
21:15 - 21:30	10	131	18	0	0	4	0	0	0																					

HOJA DE CAMPO																						
CONTEO VEHICULAR																						
UBICACIÓN	Intersección Canta Callao con Av.Unger																					
DISTRITO	Los Olivos																					
FECHA	20/11/2019																					
DIA	Miércoles																					
HORA DE INICIO	7:00 a. m.																					
HORA DE TERMINO	10:00 p. m.																					
ESTACIÓN	Unger																					

Canta Callao		3 ←		↓		1 →		Unger													
										2 ↓											

HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				COMBIS				CAMIONETA				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	3	48	57	0	0	30	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	182	182		
07:15 - 07:30	5	90	53	0	0	27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	23	0	0	213	395
07:30 - 07:45	7	120	49	0	0	28	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	20	0	0	269	664
07:45 - 08:00	9	114	40	0	0	18	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	18	0	0	237	901
08:00 - 08:15	5	144	35	0	0	15	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	13	0	0	254	973
08:15 - 08:30	6	201	39	0	0	20	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	16	0	0	335	1095
08:30 - 08:45	4	149	59	0	0	21	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	17	0	0	295	1121
08:45 - 09:00	9	276	47	0	0	16	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	16	0	0	420	1304
09:00 - 09:15	7	168	47	0	0	13	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	15	0	0	291	1341
09:15 - 09:30	8	115	35	0	0	14	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	241	1247
09:30 - 09:45	4	131	37	0	0	15	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	10	0	0	228	1180
09:45 - 10:00	5	163	43	0	0	12	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	14	0	0	287	1047
10:00 - 10:15	6	133	33	0	0	20	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	5	0	0	234	990
10:15 - 10:30	5	126	40	0	0	7	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	6	0	0	241	990
10:30 - 10:45	4	234	46	0	0	18	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	13	0	0	354	1116
10:45 - 11:00	7	95	39	0	0	7	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	3	0	0	186	1015
11:00 - 11:15	7	148	47	0	0	10	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	7	0	0	250	1031
11:15 - 11:30	5	109	34	0	0	12	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	19	0	0	227	1017
11:30 - 11:45	9	119	45	0	0	10	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	15	0	0	244	907
11:45 - 12:00	3	108	43	0	0	15	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	22	0	0	232	953
12:00 - 12:15	6	195	40	0	0	9	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	11	0	0	311	1014
12:15 - 12:30	7	185	46	0	0	10	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	6	0	0	301	1088
12:30 - 12:45	6	146	51	0	0	16	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	11	0	0	264	1108
12:45 - 13:00	4	196	38	0	0	14	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	19	0	0	311	1187
13:00 - 13:15	6	71	47	0	0	15	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	176	1052
13:15 - 13:30	9	95	49	0	0	7	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	16	0	0	215	966
13:30 - 13:45	10	132	42	0	0	15	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	14	0	0	246	948
13:45 - 14:00	3	125	41	0	0	10	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	8	0	0	230	867
14:00 - 14:15	7	124	42	0	0	12	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	9	0	0	245	936
14:15 - 14:30	4	124	51	0	0	16	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	11	0	0	264	985
14:30 - 14:45	3	185	48	0	0	7	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	12	0	0	301	1040
14:45 - 15:00	9	142	42	0	0	7	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	0	257	1067
15:00 - 15:15	5	124	48	0	0	10	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	13	0	0	272	1094
15:15 - 15:30	5	147	47	0	0	12	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	15	0	0	280	1110
15:30 - 15:45	6	162	48	0	0	18	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	15	0	0	324	1133
15:45 - 16:00	7	180	44	0	0	6	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	12	0	0	285	1161
16:00 - 16:15	7	113	48	0	0	11	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	18	0	0	267	1156
16:15 - 16:30	6	130	40	0	0	6	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	27	0	0	284	1160
16:30 - 16:45	9	261	39	0	0	11	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	13	0	0	366	1202
16:45 - 17:00	4	125	36	0	0	5	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	16	0	0	239	1156
17:00 - 17:15	7	192	46	0	0	7	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	18	0	0	327	1216
17:15 - 17:30	8	220	47	0	0	11	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	18	0	0	378	1310
17:30 - 17:45	4	128	32	0	0	6	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	7	0	0	241	1185
17:45 - 18:00	4	168	50	0	0	10	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	6	0	0	289	1235
18:00 - 18:15	7	219	39	0	0	14	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	9	0	0	343	1251
18:15 - 18:30	4	191	46	0	0	12	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	9	0	0	319	1192
18:30 - 18:45	4	136	43	0	0	11	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	11	0	0	254	1205
18:45 - 19:00	9	206	42	0	0	14	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	17	0	0	332	1248
19:00 - 19:15	8	121	54	0	0	11	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	14	0	0	228	1133
19:15 - 19:30	3	111	36	0	0	21	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	13	0	0	223	1037
19:30 - 19:45	8	173	42	0	0	8	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	18	0	0	281	1064
19:45 - 20:00	8	85	47	0	0	9	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	7	0	0	210	942
20:00 - 20:15	5	195	46	0	0	14	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	5	0	0	289	1003
20:15 - 20:30	6	59	46	0	0	4	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	0	0	131	911
20:30 - 20:45	6	83	35	0	0	13	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	4	0	0	154	784
20:45 - 21:00	5	59	42	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	122	696
21:00 - 21:15	6	43	47	0	0	16	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	117	524
21:15 - 21:30	10	33	41	0	0	26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	4	0	0	122	515
21:30 - 21:45	7	81	56	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	158	519
21:45 - 22:00	9	83	40	0	0	12	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	159	556
TOTAL	369	8339	2632	0	0	774	0	0	0	1501	0	0	0	0	0	0	0	1002	0	0	0	718	0	0		



**Anexo C:**  
**Aforos de volúmenes intersección Canta Callao y Av.**  
**Industrial**

Día 1

HOJA DE CAMPO																										
CONTEO VEHICULAR																										
UBICACIÓN	Intersección Canta Callao con Av.Unger																									
DISTRITO	Los Olivos																									
FECHA	20/11/2019																									
DIA	Martes																									
HORA DE INICIO	7:00 a. m.																									
HORA DE TERMIN	10:00 p. m.																									
ESTACIÓN	Industrial																									
HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				COMBIS				CAMIONETA				SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	174	9	5	7	18	0	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	16	1	0	0	263	263
07:15 - 07:30	172	11	7	5	15	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	253	516
07:30 - 07:45	168	8	8	3	11	1	0	0	38	0	0	0	0	0	0	16	2	0	0	16	2	0	0	273	789	
07:45 - 08:00	249	0	3	6	8	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	289	1078	
08:00 - 08:15	178	4	1	6	11	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	12	2	0	0	262	1077	
08:15 - 08:30	151	4	3	7	6	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	17	1	0	0	11	4	0	0	235	1059	
08:30 - 08:45	139	3	4	6	4	1	0	0	33	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0	7	0	0	0	213	999	
08:45 - 09:00	135	6	7	2	8	0	0	0	32	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	7	3	0	0	211	921	
09:00 - 09:15	146	3	6	5	16	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	221	880	
09:15 - 09:30	91	7	0	1	13	0	0	0	22	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	2	4	0	0	151	796	
09:30 - 09:45	177	5	8	6	8	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	8	0	0	0	258	841	
09:45 - 10:00	170	4	3	4	15	0	0	0	36	1	0	0	0	0	0	12	1	0	0	9	0	0	0	255	885	
10:00 - 10:15	167	6	8	7	13	0	0	0	38	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	9	0	0	0	260	924	
10:15 - 10:30	142	2	5	2	4	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	193	966	
10:30 - 10:45	156	5	8	3	12	0	0	0	33	1	0	0	0	0	0	13	1	0	0	11	0	0	0	243	951	
10:45 - 11:00	152	1	6	5	9	0	0	0	28	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	4	5	0	0	219	915	
11:00 - 11:15	182	2	6	2	10	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	12	0	0	0	260	915	
11:15 - 11:30	137	3	10	2	12	0	0	0	35	2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	10	5	0	0	228	950	
11:30 - 11:45	165	4	8	5	11	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	3	0	0	219	926	
11:45 - 12:00	141	5	16	6	6	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	1	0	0	209	916	
12:00 - 12:15	93	0	12	7	6	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	158	814	
12:15 - 12:30	135	2	10	6	11	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	4	0	0	0	197	783	
12:30 - 12:45	134	8	21	1	14	0	0	0	33	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	0	0	0	225	789	
12:45 - 13:00	79	2	10	3	7	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	0	136	716	
13:00 - 13:15	125	0	8	0	4	0	0	0	15	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	2	0	0	162	720	
13:15 - 13:30	115	3	6	2	8	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	4	0	0	0	168	691	
13:30 - 13:45	182	1	7	4	10	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	8	3	0	0	239	705	
13:45 - 14:00	150	0	8	3	6	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	7	1	0	0	5	1	0	0	211	780	
14:00 - 14:15	164	4	6	1	15	1	0	0	31	1	0	0	0	0	0	14	0	0	0	5	0	0	0	242	860	
14:15 - 14:30	158	5	10	0	9	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	3	3	0	0	218	910	
14:30 - 14:45	131	8	16	4	11	0	0	0	31	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	5	0	0	0	219	890	
14:45 - 15:00	160	9	6	4	12	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	10	1	0	0	229	908	
15:00 - 15:15	142	6	5	1	8	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	1	0	0	0	184	850	
15:15 - 15:30	130	3	2	3	1	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	187	819	
15:30 - 15:45	155	1	10	1	6	0	0	0	36	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	6	0	0	0	227	827	
15:45 - 16:00	120	6	4	3	4	0	0	0	23	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	7	0	0	0	178	776	
16:00 - 16:15	148	1	8	7	8	0	0	0	21	1	0	0	0	0	0	7	2	0	0	3	0	0	0	206	798	
16:15 - 16:30	125	2	1	0	7	0	0	0	39	2	0	0	0	0	0	9	1	0	0	3	0	0	0	189	800	
16:30 - 16:45	144	2	6	3	9	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	191	764	
16:45 - 17:00	128	5	5	6	11	1	0	0	24	2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	8	2	0	0	204	790	
17:00 - 17:15	144	3	10	3	9	0	0	0	23	1	0	0	0	0	0	12	1	0	0	4	0	0	0	210	794	
17:15 - 17:30	182	3	6	6	13	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	3	0	0	0	269	874	
17:30 - 17:45	158	2	4	7	8	0	0	0	28	3	0	0	0	0	0	20	0	0	0	13	1	0	0	244	927	
17:45 - 18:00	173	2	2	4	13	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	9	0	0	0	260	983	
18:00 - 18:15	156	9	4	5	7	0	0	0	19	3	0	0	0	0	0	17	0	0	0	10	0	0	0	230	1003	
18:15 - 18:30	195	5	6	6	6	0	0	0	19	1	0	0	0	0	0	19	0	0	0	6	3	0	0	266	1000	
18:30 - 18:45	132	1	2	5	13	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	8	0	0	0	200	956	
18:45 - 19:00	144	3	6	0	12	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	3	0	0	0	201	897	
19:00 - 19:15	160	0	10	5	7	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	18	1	0	0	3	0	0	0	216	883	
19:15 - 19:30	194	1	6	7	10	0	0	0	18	3	0	0	0	0	0	18	0	0	0	8	0	0	0	265	882	
19:30 - 19:45	129	2	6	5	7	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	183	865	
19:45 - 20:00	151	3	8	7	11	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	4	0	0	0	210	874	
20:00 - 20:15	148	0	5	3	9	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	4	0	0	0	196	854	
20:15 - 20:30	186	2	10	5	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	2	0	0	0	224	813	
20:30 - 20:45	110	0	4	0	4	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	12	0	0	0	155	785	
20:45 - 21:00	145	0	2	2	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	175	750	
21:00 - 21:15	143	0	6	3	7	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	177	731	
21:15 - 21:30	151	0	2	1	4	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	175	682	
21:30 - 21:45	127	0	4	6	8	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	157	684	
21:45 - 22:00	145	0	1	3	2	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	168	677	
TOTAL	8983	196	387	232	535	4	0	0	1366	49	0	0	0	0	0	698	18	0	0	351	47	0	0			

HOJA DE CAMPO																										
CONTEO VEHICULAR																										
UBICACIÓN	Intersección Canta Callao con Av.Unger																									
DISTRITO	Los Olivos																									
FECHA	20/11/2019																									
DÍA	Martes																									
HORA DE INICIO	7:00 a. m.																									
HORA DE TÉRMINO	10:00 p. m.																									
ESTACIÓN	Industrial																									
HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				COMBIS				CAMIONETA				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	75	13	0	7	32	1	0	0	3	0	0	11	0	0	0	0	31	0	0	0	10	0	0	183	183	
07:15 - 07:30	119	8	0	5	24	1	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	12	0	0	0	19	1	0	197	380	
07:30 - 07:45	158	4	0	13	21	0	0	0	8	2	0	7	0	0	0	0	33	0	0	0	17	1	0	264	644	
07:45 - 08:00	149	6	0	0	17	0	0	0	18	0	0	9	0	0	0	0	19	1	0	0	15	1	0	235	879	
08:00 - 08:15	152	8	0	17	18	0	0	0	23	2	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	14	0	0	247	943	
08:15 - 08:30	192	9	0	16	16	0	0	0	29	2	0	6	0	0	0	0	13	0	0	0	14	0	0	297	1043	
08:30 - 08:45	173	3	0	6	18	0	0	0	36	0	0	2	0	0	0	0	19	0	0	0	14	0	0	271	1050	
08:45 - 09:00	278	7	0	13	13	0	0	0	31	0	0	7	0	0	0	0	17	0	0	0	12	0	0	378	1193	
09:00 - 09:15	221	4	0	5	10	0	0	0	27	2	0	4	0	0	0	0	12	0	0	0	14	0	0	299	1245	
09:15 - 09:30	169	4	0	15	12	0	0	0	39	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	265	1213	
09:30 - 09:45	135	8	0	4	20	0	0	0	20	0	0	14	0	0	0	0	7	0	0	0	12	0	0	220	1162	
09:45 - 10:00	172	6	0	38	11	0	0	0	38	1	0	8	0	0	0	0	13	0	0	0	13	4	0	304	1088	
10:00 - 10:15	189	3	0	11	16	0	0	0	24	0	0	14	0	0	0	0	8	0	0	0	5	1	0	271	1060	
10:15 - 10:30	155	6	0	1	7	0	0	0	34	1	0	19	0	0	0	0	15	1	0	0	6	0	0	245	1040	
10:30 - 10:45	182	6	0	14	20	0	0	0	31	1	0	16	0	0	0	0	13	0	0	0	9	0	0	292	1112	
10:45 - 11:00	114	2	0	18	8	0	0	0	24	1	0	7	0	0	0	0	9	0	0	0	3	0	0	186	994	
11:00 - 11:15	152	10	0	0	9	0	0	0	21	1	0	7	0	0	0	0	9	1	0	0	8	1	0	219	942	
11:15 - 11:30	117	5	0	8	11	0	0	0	31	1	0	1	0	0	0	0	12	0	0	0	15	0	0	201	898	
11:30 - 11:45	161	4	0	18	12	1	0	0	31	3	0	4	0	0	0	0	14	0	0	0	14	0	0	262	868	
11:45 - 12:00	132	8	0	10	15	0	0	0	33	2	0	8	0	0	0	0	9	0	0	0	21	2	0	240	922	
12:00 - 12:15	158	6	0	14	9	0	0	0	30	0	0	19	0	0	0	0	18	0	0	0	10	0	0	264	967	
12:15 - 12:30	157	5	0	4	8	0	0	0	37	5	0	5	0	0	0	0	10	0	0	0	7	2	0	240	1006	
12:30 - 12:45	129	5	0	6	14	0	0	0	22	2	0	4	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	200	944	
12:45 - 13:00	190	3	0	28	12	0	0	0	34	1	0	6	0	0	0	0	9	0	0	0	15	1	0	299	1003	
13:00 - 13:15	130	2	0	28	13	0	0	0	20	0	0	14	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	223	962	
13:15 - 13:30	128	4	0	19	7	1	0	0	32	1	0	4	0	0	0	0	11	0	0	0	12	0	0	219	941	
13:30 - 13:45	145	8	0	32	14	0	0	0	21	3	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0	15	2	0	248	989	
13:45 - 14:00	151	5	0	11	9	0	0	0	27	2	0	9	0	0	0	0	13	0	0	0	7	1	0	235	925	
14:00 - 14:15	151	6	0	6	12	0	0	0	36	1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	9	0	0	236	938	
14:15 - 14:30	176	6	0	21	15	0	0	0	30	2	0	4	0	0	0	0	21	0	0	0	8	2	0	285	1004	
14:30 - 14:45	171	14	0	3	9	0	0	0	24	2	0	11	0	0	0	0	20	0	0	0	13	1	0	268	1024	
14:45 - 15:00	151	3	0	14	9	0	0	0	22	0	0	12	0	0	0	0	15	0	0	0	11	0	0	237	1026	
15:00 - 15:15	154	9	0	4	12	0	0	0	42	2	0	2	0	0	0	0	14	0	0	0	12	2	0	253	1043	
15:15 - 15:30	177	5	0	22	10	0	0	0	36	3	0	3	0	0	0	0	14	0	0	0	14	0	0	284	1042	
15:30 - 15:45	168	9	0	4	15	0	0	0	46	2	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	15	1	0	279	1053	
15:45 - 16:00	147	8	0	2	7	0	0	0	18	2	0	3	0	0	0	0	15	0	0	0	12	2	0	216	1032	
16:00 - 16:15	189	10	0	15	11	0	0	0	49	4	0	2	0	0	0	0	22	0	0	0	13	3	0	318	1097	
16:15 - 16:30	167	12	0	1	8	0	0	0	31	3	0	2	0	0	0	0	29	0	0	0	22	1	0	276	1089	
16:30 - 16:45	243	15	0	7	10	0	0	0	18	8	0	2	0	0	0	0	16	0	0	0	10	1	0	330	1140	
16:45 - 17:00	151	13	0	3	5	0	0	0	40	3	0	5	0	0	0	0	13	1	0	0	12	1	0	247	1171	
17:00 - 17:15	165	6	0	7	7	0	0	0	41	4	0	4	0	0	0	0	20	0	0	0	16	0	0	270	1123	
17:15 - 17:30	189	10	0	10	10	0	0	0	35	1	0	3	0	0	0	0	28	0	0	0	20	2	0	308	1155	
17:30 - 17:45	154	6	0	8	5	0	0	0	26	2	0	6	0	0	0	0	29	0	0	0	7	0	0	243	1068	
17:45 - 18:00	205	4	0	8	13	0	0	0	38	2	0	1	0	0	0	0	23	0	0	0	5	0	0	299	1120	
18:00 - 18:15	235	6	0	19	11	0	0	0	19	1	0	15	0	0	0	0	25	0	0	0	8	0	0	339	1189	
18:15 - 18:30	191	6	0	12	11	0	0	0	28	4	0	3	0	0	0	0	27	0	0	0	8	2	0	292	1173	
18:30 - 18:45	186	7	0	30	10	0	0	0	29	2	0	4	0	0	0	0	17	0	0	0	12	1	0	298	1228	
18:45 - 19:00	195	4	0	18	14	0	0	0	13	1	0	5	0	0	0	0	25	0	0	0	20	1	0	296	1225	
19:00 - 19:15	169	6	0	24	11	2	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	13	1	0	253	1139	
19:15 - 19:30	148	12	0	6	16	0	0	0	18	3	0	2	0	0	0	0	26	1	0	0	14	1	0	247	1094	
19:30 - 19:45	187	8	0	6	8	0	0	0	9	2	0	3	0	0	0	0	19	0	0	0	12	0	0	254	1050	
19:45 - 20:00	125	15	0	12	11	0	0	0	7	2	0	2	0	0	0	0	37	1	0	0	9	1	0	222	976	
20:00 - 20:15	193	3	0	20	10	0	0	0	8	4	0	3	0	0	0	0	15	0	0	0	4	0	0	260	983	
20:15 - 20:30	98	3	0	24	3	0	0	0	5	1	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	148	884	
20:30 - 20:45	97	6	0	6	10	0	0	0	5	2	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	5	0	0	138	768	
20:45 - 21:00	82	4	0	3	4	0	0	0	3	2	0	3	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	111	657	
21:00 - 21:15	59	1	0	8	13	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	88	485	
21:15 - 21:30	77	2	0	6	21	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	7	0	0	0	3	0	0	119	456	
21:30 - 21:45	90	2	0	16	5	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	125	443	
21:45 - 22:00	104	2	0	5	10	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0	2	0	0	138	470	
TOTAL	9377	385	0	711	722	6	0	0	1427	106	0	337	0	0	0	0	914	6	0	0	650	40	0	0		



CONTEO VEHICULAR																																		
UBICACIÓN		Intersección Canta Callao con Av. Unger																																
DISTRITO		Los Olivos																																
FECHA		20/11/2019																																
DÍA		Martes																																
HORA DE INICIO		7:00 a. m.																																
HORA DE TERMIN		10:00 p. m.																																
ESTACIÓN		Industrial																																
HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				MOTOTAXIS				COMBIS				CAMIONETA				SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14
07:15 - 07:30	7	0	7	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	37
07:30 - 07:45	9	6	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	64
07:45 - 08:00	11	8	2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	95
08:00 - 08:15	11	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	102
08:15 - 08:30	8	5	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	105
08:30 - 08:45	7	4	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	97
08:45 - 09:00	12	7	5	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	102
09:00 - 09:15	5	7	4	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	110
09:15 - 09:30	4	2	7	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	103
09:30 - 09:45	7	5	2	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	110
09:45 - 10:00	8	1	2	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	94
10:00 - 10:15	11	6	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	93
10:15 - 10:30	11	3	6	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	103
10:30 - 10:45	9	10	7	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	112
10:45 - 11:00	3	5	5	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	120
11:00 - 11:15	4	9	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	121
11:15 - 11:30	8	10	3	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	123
11:30 - 11:45	11	2	4	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	115
11:45 - 12:00	6	2	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	108
12:00 - 12:15	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	97
12:15 - 12:30	1	9	6	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	91
12:30 - 12:45	10	8	6	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	97
12:45 - 13:00	7	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	92
13:00 - 13:15	8	7	7	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	109
13:15 - 13:30	8	3	7	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	114
13:30 - 13:45	1	2	7	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	99
13:45 - 14:00	10	7	4	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	115
14:00 - 14:15	12	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	106
14:15 - 14:30	4	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	91
14:30 - 14:45	6	6	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	94
14:45 - 15:00	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	77
15:00 - 15:15	2	10	2	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73
15:15 - 15:30	2	10	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	78
15:30 - 15:45	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	74
15:45 - 16:00	9	6	6	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	98
16:00 - 16:15	11	4	4	0	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	108
16:15 - 16:30	0	9	7	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	119
16:30 - 16:45	4	6	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	120
16:45 - 17:00	7	0	1	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	99
17:00 - 17:15	8	2	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	88
17:15 - 17:30	9	1	4	0	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	84
17:30 - 17:45	10	7	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	95
17:45 - 18:00	4	2	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	97
18:00 - 18:15	2	1	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	94
18:15 - 18:30	4	3	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	87
18:30 - 18:45	11	2	7	0	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	93
18:45 - 19:00	7	5	7	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	104
19:00 - 19:15	6																																	

Día 2

HOJA DE CAMPO																										
CONTEO VEHICULAR																										
UBICACIÓN	Intersección Canta Callao con Av.Unger																									
DISTRITO	Los Olivos																									
FECHA	20/11/2019																									
DIA	Miércoles																									
HORA DE INICIO	7:00 a. m.																									
HORA DE TERMIN	10:00 p. m.																									
ESTACIÓN	Industrial																									
HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				COMBIS				CAMIONETA				SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	191	9	4	7	17	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	17	1	0	0	16	1	0	0	276	276
07:15 - 07:30	151	11	6	5	15	0	0	0	23	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	8	0	0	0	229	505
07:30 - 07:45	151	8	9	3	10	1	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	15	2	0	0	17	2	0	0	252	757
07:45 - 08:00	222	0	3	5	8	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	260	1017
08:00 - 08:15	155	3	1	6	9	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0	0	13	2	0	0	237	978
08:15 - 08:30	154	4	3	7	5	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	18	1	0	0	9	3	0	0	235	984
08:30 - 08:45	126	3	4	6	4	1	0	0	34	1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	7	0	0	0	201	933
08:45 - 09:00	123	5	8	2	7	0	0	0	34	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	7	3	0	0	201	874
09:00 - 09:15	140	3	6	5	16	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	7	0	0	0	216	853
09:15 - 09:30	91	7	0	1	13	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	2	3	0	0	153	771
09:30 - 09:45	143	4	8	7	8	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	7	0	0	0	220	790
09:45 - 10:00	156	4	3	4	12	0	0	0	39	1	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	9	0	0	0	242	831
10:00 - 10:15	177	5	8	7	14	0	0	0	38	2	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	9	0	0	0	270	885
10:15 - 10:30	148	2	4	2	3	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	196	928
10:30 - 10:45	129	5	8	3	10	0	0	0	27	1	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	9	0	0	0	204	912
10:45 - 11:00	154	1	6	5	8	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	4	5	0	0	216	886
11:00 - 11:15	195	2	7	2	10	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	10	0	0	0	271	887
11:15 - 11:30	121	3	11	2	10	0	0	0	30	2	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	10	5	0	0	206	897
11:30 - 11:45	172	4	7	4	9	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	8	3	0	0	221	914
11:45 - 12:00	154	4	13	5	5	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	1	0	0	214	912
12:00 - 12:15	100	0	12	6	5	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	159	800
12:15 - 12:30	144	2	9	6	11	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	4	0	0	0	206	800
12:30 - 12:45	147	8	19	1	13	0	0	0	32	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	0	0	0	234	813
12:45 - 13:00	73	2	9	3	6	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	0	127	726
13:00 - 13:15	134	0	8	0	4	0	0	0	15	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	2	0	0	172	739
13:15 - 13:30	93	3	6	2	9	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	4	0	0	0	146	679
13:30 - 13:45	197	1	6	4	11	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	8	3	0	0	254	699
13:45 - 14:00	161	0	8	3	6	0	0	0	29	2	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	5	1	0	0	223	795
14:00 - 14:15	133	4	6	1	14	1	0	0	25	1	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	4	0	0	0	203	826
14:15 - 14:30	142	5	9	0	10	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	3	0	0	198	878
14:30 - 14:45	123	9	17	4	12	0	0	0	27	1	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	5	0	0	0	210	834
14:45 - 15:00	147	9	6	3	11	0	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	9	1	0	0	209	820
15:00 - 15:15	115	5	4	1	7	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	154	771
15:15 - 15:30	104	3	2	3	1	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	164	737
15:30 - 15:45	127	1	10	1	6	0	0	0	37	2	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	5	0	0	0	199	726
15:45 - 16:00	97	5	4	3	3	0	0	0	22	2	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	6	0	0	0	151	668
16:00 - 16:15	163	1	8	8	8	0	0	0	22	1	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	3	0	0	0	223	737
16:15 - 16:30	129	2	1	0	6	0	0	0	42	2	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	3	0	0	0	196	769
16:30 - 16:45	147	2	6	3	8	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	192	762
16:45 - 17:00	128	5	5	6	12	1	0	0	21	2	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	8	2	0	0	200	811
17:00 - 17:15	137	3	9	3	9	0	0	0	23	1	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	3	0	0	0	200	788
17:15 - 17:30	155	2	7	6	14	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	2	0	0	0	241	833
17:30 - 17:45	144	2	3	6	7	0	0	0	22	3	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	13	1	0	0	219	860
17:45 - 18:00	173	2	2	4	14	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	7	0	0	0	257	917
18:00 - 18:15	154	9	4	4	6	0	0	0	21	3	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	9	0	0	0	225	942
18:15 - 18:30	209	5	5	5	6	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5	2	0	0	271	972
18:30 - 18:45	141	1	2	5	14	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	7	0	0	0	204	957
18:45 - 19:00	117	3	7	0	11	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	3	0	0	0	171	871
19:00 - 19:15	163	0	9	4	6	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	18	1	0	0	3	0	0	0	216	862
19:15 - 19:30	186	1	6	6	9	0	0	0	18	3	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	8	0	0	0	255	846
19:30 - 19:45	133	2	5	5	6	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	187	829
19:45 - 20:00	163	3	8	7	9	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	4	0	0	0	215	873
20:00 - 20:15	124	0	4	3	8	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	3	0	0	0	165	822
20:15 - 20:30	160	2	8	5	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	2	0	0	0	196	763
20:30 - 20:45	96	0	4	0	4	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	11	0	0	0	139	715
20:45 - 21:00	138	0	2	2	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	168	668
21:00 - 21:15	129	0	6	3	6	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	162	665
21:15 - 21:30	166	0	2	1	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	187	656
21:30 - 21:45	127	0	4	6	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	153	670
21:45 - 22:00	148	0	1	3	2	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	170	672
TOTAL	8620	189	372	224	504	4	0	0	1326	49	0	0	0	0	0	0	663	18	0	0	328	44	0	0		

HOJA DE CAMPO																								
CONTEO VEHICULAR																								
UBICACIÓN	Intersección Canta Callao con Av.Unger																							
DISTRITO	Los Olivos																							
FECHA	20/11/2019																							
DIA	Miercoles																							
HORA DE INICIO	7:00 a. m.																							
HORA DE TERMINO	10:00 p. m.																							
ESTACIÓN	Industrial																							

HORAS DE CONTROL	AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				COMBIS				CAMIONETA				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
07:00 - 07:15	80	12	0	6	27	1	0	0	3	0	0	9	0	0	0	0	30	0	0	0	10	0	0	0	178	178
07:15 - 07:30	120	7	0	4	24	1	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	12	0	0	0	17	1	0	0	194	372
07:30 - 07:45	150	4	0	11	22	0	0	0	8	2	0	6	0	0	0	0	35	0	0	0	17	1	0	0	256	628
07:45 - 08:00	158	7	0	0	19	0	0	0	17	0	0	10	0	0	0	0	16	1	0	0	14	1	0	0	243	871
08:00 - 08:15	138	8	0	17	15	0	0	0	25	2	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	14	0	0	0	230	923
08:15 - 08:30	211	9	0	15	17	0	0	0	31	2	0	5	0	0	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	317	1046
08:30 - 08:45	159	3	0	6	18	0	0	0	29	0	0	2	0	0	0	0	18	0	0	0	14	0	0	0	249	1039
08:45 - 09:00	300	7	0	14	14	0	0	0	28	0	0	7	0	0	0	0	15	0	0	0	12	0	0	0	397	1193
09:00 - 09:15	190	4	0	4	10	0	0	0	27	2	0	4	0	0	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	268	1231
09:15 - 09:30	144	4	0	14	11	0	0	0	43	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	242	1156
09:30 - 09:45	134	7	0	3	16	0	0	0	21	0	0	13	0	0	0	0	6	0	0	0	11	0	0	0	211	1118
09:45 - 10:00	157	6	0	33	12	0	0	0	39	1	0	8	0	0	0	0	14	0	0	0	11	3	0	0	284	1005
10:00 - 10:15	168	2	0	10	16	0	0	0	25	0	0	14	0	0	0	0	9	0	0	0	5	1	0	0	250	987
10:15 - 10:30	133	5	0	1	7	0	0	0	31	1	0	19	0	0	0	0	15	1	0	0	5	0	0	0	218	963
10:30 - 10:45	195	6	0	15	20	0	0	0	28	1	0	14	0	0	0	0	11	0	0	0	10	0	0	0	300	1052
10:45 - 11:00	91	2	0	19	7	0	0	0	20	1	0	7	0	0	0	0	10	0	0	0	3	0	0	0	160	928
11:00 - 11:15	146	8	0	0	10	0	0	0	20	1	0	6	0	0	0	0	9	1	0	0	8	1	0	0	210	888
11:15 - 11:30	115	5	0	8	11	0	0	0	33	1	0	1	0	0	0	0	12	0	0	0	14	0	0	0	200	870
11:30 - 11:45	135	4	0	15	10	1	0	0	28	2	0	4	0	0	0	0	14	0	0	0	14	0	0	0	227	797
11:45 - 12:00	129	6	0	9	13	0	0	0	33	2	0	7	0	0	0	0	10	0	0	0	21	2	0	0	232	869
12:00 - 12:15	174	6	0	13	7	0	0	0	26	0	0	20	0	0	0	0	18	0	0	0	9	0	0	0	273	932
12:15 - 12:30	162	5	0	3	8	0	0	0	30	6	0	5	0	0	0	0	9	0	0	0	7	2	0	0	237	969
12:30 - 12:45	130	5	0	5	13	0	0	0	24	2	0	4	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	203	945
12:45 - 13:00	169	2	0	23	12	0	0	0	32	1	0	5	0	0	0	0	9	0	0	0	17	1	0	0	271	984
13:00 - 13:15	104	2	0	31	12	0	0	0	17	0	0	11	0	0	0	0	8	0	0	0	9	0	0	0	194	905
13:15 - 13:30	104	3	0	16	6	1	0	0	27	1	0	4	0	0	0	0	11	0	0	0	12	0	0	0	185	853
13:30 - 13:45	149	7	0	33	13	0	0	0	22	3	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	12	2	0	0	248	898
13:45 - 14:00	137	5	0	11	9	0	0	0	28	2	0	10	0	0	0	0	12	0	0	0	7	1	0	0	222	849
14:00 - 14:15	143	5	0	6	11	0	0	0	35	1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	8	0	0	0	224	879
14:15 - 14:30	162	5	0	20	14	0	0	0	32	2	0	3	0	0	0	0	21	0	0	0	9	2	0	0	270	964
14:30 - 14:45	154	13	0	2	7	0	0	0	20	2	0	9	0	0	0	0	18	0	0	0	12	1	0	0	238	954
14:45 - 15:00	145	3	0	14	8	0	0	0	22	0	0	12	0	0	0	0	16	0	0	0	9	0	0	0	229	961
15:00 - 15:15	145	10	0	4	10	0	0	0	44	2	0	2	0	0	0	0	15	0	0	0	13	2	0	0	247	984
15:15 - 15:30	165	5	0	19	9	0	0	0	40	3	0	3	0	0	0	0	13	0	0	0	14	0	0	0	271	985
15:30 - 15:45	153	9	0	4	15	0	0	0	46	2	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	15	1	0	0	264	1011
15:45 - 16:00	162	7	0	2	6	0	0	0	16	2	0	3	0	0	0	0	15	0	0	0	10	2	0	0	225	1007
16:00 - 16:15	157	10	0	13	12	0	0	0	42	3	0	2	0	0	0	0	22	0	0	0	14	2	0	0	277	1037
16:15 - 16:30	140	11	0	1	7	0	0	0	32	3	0	2	0	0	0	0	26	0	0	0	23	1	0	0	246	1012
16:30 - 16:45	233	13	0	6	10	0	0	0	18	8	0	2	0	0	0	0	14	0	0	0	10	1	0	0	315	1063
16:45 - 17:00	131	12	0	3	5	0	0	0	34	3	0	5	0	0	0	0	14	1	0	0	13	1	0	0	222	1060
17:00 - 17:15	175	6	0	6	6	0	0	0	36	3	0	4	0	0	0	0	17	0	0	0	17	0	0	0	270	1053
17:15 - 17:30	202	9	0	10	9	0	0	0	39	1	0	3	0	0	0	0	24	0	0	0	17	2	0	0	316	1123
17:30 - 17:45	163	5	0	7	6	0	0	0	25	2	0	6	0	0	0	0	31	0	0	0	6	0	0	0	251	1059
17:45 - 18:00	172	4	0	8	11	0	0	0	37	2	0	1	0	0	0	0	18	0	0	0	5	0	0	0	258	1095
18:00 - 18:15	221	5	0	17	10	0	0	0	18	1	0	15	0	0	0	0	24	0	0	0	8	0	0	0	319	1144
18:15 - 18:30	178	6	0	11	11	0	0	0	28	4	0	2	0	0	0	0	25	0	0	0	9	2	0	0	276	1104
18:30 - 18:45	156	6	0	26	11	0	0	0	28	2	0	4	0	0	0	0	18	0	0	0	11	1	0	0	263	1116
18:45 - 19:00	211	4	0	17	14	0	0	0	12	1	0	4	0	0	0	0	26	0	0	0	16	1	0	0	306	1164
19:00 - 19:15	149	5	0	19	9	2	0	0	7	4	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	12	1	0	0	223	1068
19:15 - 19:30	121	13	0	5	16	0	0	0	17	3	0	2	0	0	0	0	22	1	0	0	12	1	0	0	213	1005
19:30 - 19:45	206	8	0	6	8	0	0	0	9	2	0	3	0	0	0	0	17	0	0	0	13	0	0	0	272	1014
19:45 - 20:00	104	13	0	10	9	0	0	0	6	2	0	2	0	0	0	0	37	1	0	0	7	1	0	0	192	900
20:00 - 20:15	189	3	0	21	11	0	0	0	7	4	0	3	0	0	0	0	13	0	0	0	4	0	0	0	255	932
20:15 - 20:30	92	3	0	25	3	0	0	0	5	1	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0	142	861
20:30 - 20:45	104	6	0	6	10	0	0	0	5	2	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	4	0	0	0	144	733
20:45 - 21:00	80	4	0	3	4	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	106	647
21:00 - 21:15	64	1	0	7	14	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	93	485
21:15 - 21:30	63	2	0	6	20	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	7	0	0	0	3	0	0	0	104	447
21:30 - 21:45	95	2	0	17	5	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	129	432
21:45 - 22:00	108	2	0	5	10	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	140	466
TOTAL	8925	361	0	665	690	6	0	0	1373	104	0	320	0	0	0	0	879	6	0	0	632	38	0	0		



HOJA DE CAMPO																									
CONTEO VEHICULAR																									
UBICACIÓN		Intersección Canta Callao con Av.Unger																							
DISTRITO		Los Olivos																							
FECHA		20/11/2019																							
DIA		Miercoles																							
HORA DE INICIO		7:00 a. m.																							
HORA DE TERMIN		10:00 p. m.																							
ESTACIÓN		Industrial																							

HORAS DE CONTROL		AUTOS				BUS				CAMIONES				MOTOS				MOTOTAXIS				COMBIS				CAMIONETA				SUMA 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			1	2	3	4
07:00 - 07:15		11	8	5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35
07:15 - 07:30		5	9	2	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	62
07:30 - 07:45		3	9	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	86
07:45 - 08:00		12	1	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	107
08:00 - 08:15		8	1	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	93
08:15 - 08:30		12	0	2	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	91
08:30 - 08:45		11	2	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	89
08:45 - 09:00		12	5	6	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	107
09:00 - 09:15		10	8	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	110
09:15 - 09:30		4	8	3	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	111
09:30 - 09:45		8	8	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	112
09:45 - 10:00		4	3	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	95
10:00 - 10:15		4	6	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	92
10:15 - 10:30		2	9	7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	88
10:30 - 10:45		0	7	6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	84
10:45 - 11:00		1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	68
11:00 - 11:15		0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	66
11:15 - 11:30		2	6	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	64
11:30 - 11:45		6	8	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	70
11:45 - 12:00		3	5	3	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	89
12:00 - 12:15		6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	87
12:15 - 12:30		4	0	2	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	84
12:30 - 12:45		10	9	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	90
12:45 - 13:00		5	5	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	82
13:00 - 13:15		9	10	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	97
13:15 - 13:30		10	2	3	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	110
13:30 - 13:45		1	10	1	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	103
13:45 - 14:00		6	9	3	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	114
14:00 - 14:15		2	9	3	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	108
14:15 - 14:30		3	4	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	91
14:30 - 14:45		1	4	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	90
14:45 - 15:00		8	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	82
15:00 - 15:15		5	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	75
15:15 - 15:30		4	5	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	85
15:30 - 15:45		0	8	5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	82
15:45 - 16:00		12	4	4	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	95
16:00 - 16:15		8	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	97
16:15 - 16:30		5	1	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	88
16:30 - 16:45		5	2	7	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	90
16:45 - 17:00		1	9	5	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	81
17:00 - 17:15		1	2	2	0	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80
17:15 - 17:30		12	8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	89
17:30 - 17:45		9	5	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	98
17:45 - 18:00		7	2	2	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	94
18:00 - 18:15		6	7	4	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	101
18:15 - 18:30		0	3	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	99
18:30 - 18:45		9	6	6	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	102
18:45 - 19:00		9	4	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0																					