

FCEFYN, UNC. 2019

VISSIM 8, USO Y APLICACIÓN EN UNA INTERSECCIÓN URBANA

AVENIDA PABLO RICCHIERI, BERNARDO O`HIGGINS Y CELSO BARRIOS

AUTOR: MARIANA BELLOTI
TUTOR INTERNO: ING. CLAUDIO FALAVIGNA
TUTOR EXTERNO: ING. RINALDO RIGAZIO

Contenido

1	INTRODUCCION	9
1.1	OBJETIVOS GENERALES	9
1.2	OBJETIVOS PARTICULARES	9
1.3	OBJETIVOS PERSONALES	9
1.4	DESCRIPCION DE LA ENTIDAD RECEPTORA	9
1.5	ROL DEL ALUMNO	12
2	MARCO TEORICO	14
2.1	MODELO PTV VISSIM	14
2.1.1	MODELO DE FLUJO DE TRAFICO Y CONTROL DE SEMAFOROS	14
2.1.2	PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DEL MODELO DE SEGUIMIENTO	15
2.1.3	DEFINICION DE LOS PARAMETROS DE COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR	16
2.1.4	DEFINICION DE LOS PARAMETROS DEL MODELO WIEDEMANN 74	16
2.1.5	DEFINICION DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACION CON LOS PARAMETROS DE WIEDEMANN 74	17
2.2	METODOLOGIA DE HCM	17
3	DESCRIPCION DE LA INTERSECCION	19
3.1	UBICACIÓN	19
3.2	DESCRIPCION	21
4	PLANIFICACION Y EJECUCION DEL RELEVAMIENTO DE CAMPO	24
4.1	PLANIFICACION	24
4.1.1	DETERMINACION DE HORARIOS PICO	24
4.1.2	PARAMETROS NECESARIOS PARA LA SIMULACION	25
4.1.3	ALTERNATIVAS DE SOLUCION	25
4.2	EJECUCION DEL RELEVAMIENTO DE CAMPO	26
4.2.1	DETERMINACION DE HORARIO PICO	26
4.2.2	GEOMETRIA	30
4.2.3	CICLO SEMAFORICO	30
4.2.4	VOLUMEN, COMPOSICION Y GIROS	31
4.2.5	VELOCIDADES	31
4.2.6	PEATONES	32
4.2.7	TRANSPORTE PUBLICO	32
5	ARMADO Y CALIBRACION DEL MODELO	34
5.1	ARMADO DEL MODELO	34
5.1.1	RED	34
5.1.2	TRANSITO	37

5.1.3	CONTROL	45
5.1.4	SIMULACION Y CALIBRACION DEL MODELO	48
5.2	CALIBRACION DE ALTERNATIVA 00	49
5.2.1	EVALUACION DE ALTERNATIVA 00	53
6	DEFINICION DE ALTERNATIVAS Y ANALISIS DE RESULTADOS	59
6.1	DEFINICION DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION	59
6.1.1	ALTERNATIVA 01	59
6.1.2	ALTERNATIVA 02	62
6.1.3	ALTERNATIVA 03	65
6.1.4	ALTERNATIVA 1	68
6.2	GRADO DE SATURACION	74
6.2.1	ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	74
6.2.2	COMPARACION DE ALTERNATIVAS	75
6.3	ANALISIS DE RESULTADOS	78
7	CONCLUSIONES	81
7.1	CONCLUSIONES RESPECTO AL PROYECTO	81
7.2	CONCLUSIONES GENERALES	82
8	ANEXOS	84
9	BIBLIOGRAFIA	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1, Estructura orgánica de la Dirección de Tránsito. (Fuente: Nahuan Gómez 2018) 10

Figura 2, Modelo de seguimiento de Wiedemann 74, Fuente:Manual de usuario PTV Vissim 11. 15

Figura 3, Ubicación de la intersección..... 19

Figura 4, Detalle de las arterias involucradas en la intersección..... 20

Figura 5, Ubicación de los centros comerciales y otros. 20

Figura 6, Sentido y movimiento de las calles en la intersección..... 21

Figura 7, Puntos de Conflicto. 22

Figura 8, aplicación en la tienda de aplicaciones. 26

Figura 9, Etiqueta de los contadores. 26

Figura 10, Esquema de trabajo con el simulador. 34

Figura 11, Captura de pantalla Vissim8, network objects..... 34

Figura 12, Captura de pantalla Vissim, atributos de las calles. 35

Figura 13, Captura de pantalla de Vissim, atributos de los conectores. 35

Figura 14, Captura de pantalla de Google Earth, fondo de la intersección. 36

Figura 15, Red recreada en Vissim 37

Figura 16, Captura de pantalla Vissim, lista de las calles generadas en Vissim. 37

Figura 17, Captura de pantalla Vissim, network objects..... 38

Figura 18, Captura de pantalla Vissim, volúmenes horarios ingresados..... 38

Figura 19, Captura de pantalla Vissim, menú base data..... 38

Figura 20, Captura de pantalla Vissim, clases de vehículos. 39

Figura 21, Captura de pantalla Vissim, elección de un tipo de vehículo. 39

Figura 22, Captura de pantalla Vissim, características de vehículo seleccionado. 40

Figura 23, Captura de pantalla Vissim, menú base data. 40

Figura 24, Captura de pantalla Vissim, categorías de tipos de vehículos. 41

Figura 25, Captura de pantalla Vissim, método de distribución. 41

Figura 26, Captura de pantalla Vissim, distribución de los tipos de vehículos 42

Figura 27, Captura de pantalla Vissim, composición vehicular y la velocidad asignada a cada tipo de vehículo. 42

Figura 28, Captura de pantalla Vissim, rutas de decisión y el porcentaje de vehículos que toma esa ruta 42

Figura 29, Captura de pantalla Vissim, una ruta de decisión de OH NS hacia R EO 43

Figura 30, Captura de pantalla Vissim, Todas las rutas de decisión posibles de OH NS..... 43

Figura 31, Captura de pantalla Vissim, Network Objects. 44

Figura 32, Captura de pantalla Vissim, detalle de donde se aplicaron las rutas de prioridad 44

Figura 33, Captura de pantalla Vissim, ventana de atributos de las reglas de prioridad. 45

Figura 34, Captura de pantalla Vissim, menú signal control 45

Figura 35, Captura de pantalla Vissim, grupos de semáforos. 45

Figura 36, Captura de pantalla Vissim, ventana de edición de semáforos y creación del archivo 46

Figura 37, Captura de pantalla Vissim, grupos de semáforos según la calle. 46

Figura 38, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde de los semáforos de la intersección. 47

Figura 39, Captura de pantalla Vissim, Reparto de verde grupo de semáforos del ingreso Easy oeste. 47

Figura 40, Captura de pantalla Vissim, network object 48

Figura 41, Captura de pantalla Vissim, ubicación de los semáforos en la red del modelo. 48

Figura 42, Captura de pantalla Vissim, menú base data, opción comportamiento del usuario. 49

Figura 43, Captura de pantalla Vissim, parámetros del modelo de seguimiento. 50

Figura 44, Captura de pantalla Vissim, pestaña cambio de carril..... 51

Figura 45, Captura de pantalla Vissim, pestaña comportamiento lateral. 52

Figura 46, Captura de pantalla de Vissim, pestaña de comportamiento frente a semáforos. 52

Figura 47, Captura de pantalla Vissim, ubicación de los contadores de cola en la red modelada. 53

Figura 48, Captura de pantalla de Vissim, parámetros para definir inicio y fin de cola. 54

Figura 49, Captura de pantalla Vissim, menú de evaluación..... 55

Figura 50, Captura de pantalla Vissim, configuración de la evaluación. 56

Figura 51, Captura de pantalla Vissim, menú evaluación, opción de resultados..... 56

<i>Figura 52, Captura de pantalla Vissim, opciones de menu resultados.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 53, Captura de pantalla Vissim, red de alternativa 01</i>	<i>59</i>
<i>Figura 54, Captura de pantalla Vissim, detalle de los semaforos incorporados en alternativa 01</i>	<i>60</i>
<i>Figura 55, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 56, Captura de pantalla Vissim, detalle de la red de la alternativa 02</i>	<i>63</i>
<i>Figura 57, Captura de pantalla Vissim, Reparto de verde alternativa 02</i>	<i>63</i>
<i>Figura 58, Captura de pantalla Vissim, detalle de la red de alternativa 03</i>	<i>66</i>
<i>Figura 59, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde alternativa 03.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 60, Captura de pantalla Vissim, detalle de grupo 1 de semaforos</i>	<i>69</i>
<i>Figura 61, Detalle de los movimientos por fase.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 62, Captura de pantalla Vissim, detalle de grupo 2 de semaforo</i>	<i>70</i>
<i>Figura 63 Detalle de los movimientos por fase.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 64, Captura de pantalla Vissim, detalle de grupo 3 de semaforo</i>	<i>71</i>
<i>Figura 65 Detalle de los movimientos por fase.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 66, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde alternativa 1</i>	<i>72</i>
<i>Figura 67, Captura de pantalla Vissim, ubicación de los grupos de semaforos en alternativa 1</i>	<i>73</i>
<i>Figura 68, Captura de pantalla Vissim, detalle de la unicación de los semaforos</i>	<i>73</i>

INDICE DE GRAFICOS

<i>Grafico 1, Volumen por ciclo</i>	<i>27</i>
<i>Grafico 2, Volumen de vehículos durante una jornada completa</i>	<i>29</i>
<i>Grafico 3, Composición Vehicular.</i>	<i>31</i>
<i>Grafico 4, Longitud de cola promedio alternativa 00</i>	<i>55</i>
<i>Grafico 5, Longitud de cola promedio alternativa 01</i>	<i>62</i>
<i>Grafico 6, Longitud de cola promedio alternativa 02</i>	<i>65</i>
<i>Grafico 7, longitud de cola promedio en alternativa 03</i>	<i>68</i>
<i>Grafico 8, Longitud de cola promedio en alternativa 1</i>	<i>74</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1, Detalle de los giros a la izquierda y derecha de cada calle.</i>	22
<i>Tabla 2, Volumen horario</i>	28
<i>Tabla 3, Resumen de volumen horario por franja horaria.</i>	29
<i>Tabla 4, Volumen horario por calle.</i>	29
<i>Tabla 5, Datos de geometría, ancho de calle y número de carriles.</i>	30
<i>Tabla 6, Ciclo semaforico actual</i>	30
<i>Tabla 7, Porcentaje de cada movimiento</i>	31
<i>Tabla 8, valores por defecto y valores ajustados</i>	50
<i>Tabla 9, Nomenclatura de los contadores de cola.</i>	53
<i>Tabla 10, Longitud de cola promedio del modelo.</i>	54
<i>Tabla 11, Longitud de cola promedio de campo.</i>	54
<i>Tabla 12, Número de vehículos que arribaron a la intersección.</i>	55
<i>Tabla 13, Resultados del desempeño de la red en la alternativa 00</i>	57
<i>Tabla 14, Ciclo de la alternativa 01</i>	61
<i>Tabla 15, Longitud de cola promedio alternativa 01</i>	61
<i>Tabla 16, Resultados de la evaluación de desempeño de la red en alternativa 01</i>	62
<i>Tabla 17, Ciclo de la alternativa 02</i>	64
<i>Tabla 18, Longitud de cola alternativa 02</i>	64
<i>Tabla 19, Resultados de la evaluación de desempeño de la red alternativa 02</i>	65
<i>Tabla 20, Ciclo de alternativa 03</i>	67
<i>Tabla 21, Longitud de cola promedio alternativa 03</i>	67
<i>Tabla 22, Resultados de la evaluación de desempeño de la red alternativa 03</i>	68
<i>Tabla 23, Ciclo de alternativa 1, grupo 1 de semaforos</i>	70
<i>Tabla 24, Ciclo de alternativa 1, grupo 2 de semaforo</i>	71
<i>Tabla 25, Ciclo de alternativa 1, grupo 3 de semaforo</i>	72
<i>Tabla 26, Longitud de cola promedio en alternativa 1</i>	74
<i>Tabla 27, Resultados de evaluación de desempeño de la red alternativa 1</i>	74
<i>Tabla 28, Grado de saturación alternativa 00</i>	75
<i>Tabla 29, Grado de saturación alternativa 01</i>	76
<i>Tabla 30, Grado de saturación alternativa 02</i>	76
<i>Tabla 31, Grado de saturación alternativa 03</i>	77
<i>Tabla 32, Grado de saturación alternativa 1</i>	77
<i>Tabla 33, Resumen y comparación del desempeño de la red de las alternativas, respecto a la situación actual.</i>	78
<i>Tabla 34, ponderado del grado de saturación de cada alternativa respecto a la situación inicial.</i>	79

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por darme la oportunidad de estudiar.

A mis amigos de la vida y los que me acompañaron durante esta etapa.

A mi novio Franco por estar en todo momento.

A mi tutor interno por todo el acompañamiento que me brindo en este proyecto

A mi tutor externo por la oportunidad de aprendizaje

RESUMEN

El informe tiene la finalidad de describir las tareas realizadas por la alumna Mariana Belloti durante la práctica profesional supervisada.

El proyecto realizado es resultado del trabajo en conjunto con el Sr. Héctor Castillo. El trabajo corresponde al Departamento de Ingeniería en tránsito de la municipalidad de Córdoba.

En este informe se detalla el uso y calibración del simulador como herramienta para evaluar las alternativas de solución (propuestas por el señor Castillo) en una intersección urbana de la ciudad de Córdoba.

Las horas de practica supervisada fueron desarrolladas en las oficinas del Instituto de Ingeniería de transporte (I.S.I.T) en la facultad de ciencias exactas físicas y naturales de la universidad nacional de Córdoba. La toma de datos se realizó in situ con el uso de planillas, aplicaciones de celular, videos de cámaras GoPro provistas por el I.S.I.T y un video de vuelo de dron provisto por otro estudiante de la carrera de agrimensura. Los resultados de la simulación fueron expuestos en las oficinas de ingeniería en tránsito de la municipalidad de Córdoba.

En el informe se pueden apreciar las siguientes secciones

- Descripción de la entidad receptora, su constitución y los objetivos planteados.
- El marco teórico que describe los principios y funcionamiento de la herramienta utilizada y una breve referencia del manual tradicional HCM
- La descripción de la intersección y la situación en que se encuentra.
- Descripción de la planificación de los relevamientos de campo y su ejecución
- Descripción del armado de la red a simular, su calibración y evaluación de la situación actual la siguiente sección se describen los cambios aplicados en cada alternativa de solución y los resultados de su evaluación.
- Conclusiones sobre el trabajo realizado y sobre la experiencia.

CAPITULO 1

1 INTRODUCCION

El proyecto propuesto como práctica profesional es aplicar las herramientas de simulación para evaluar la situación actual y las alternativas de solución de una intersección conflictiva de la ciudad ubicada en el cruce de las Av. O'Higgins y Av. Pablo Ricchieri a los fines de mejorar los efectos el tránsito. A continuación, se plantean los objetivos generales y específicos de la Práctica Profesional Supervisada.

1.1 OBJETIVOS GENERALES

- El objetivo de este informe es analizar la intersección de las Av. O'Higgins, Av. Pablo Ricchieri y Celso Barrios, simulando las propuestas de mejoras utilizando software de micro simulación de tránsito como soporte en la toma de decisión
- Afianzar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera y ponerlos en práctica en un ambiente profesional.
- Plantear un enfoque global del problema a resolver
- Adquirir un criterio general para resolver problemas de ingeniería

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Plantear un plan de trabajo para resolver el problema específico de la ingeniería en tránsito.
- Sentar algún precedente sobre la intersección que pueda ser tomado en consideración por la Municipalidad de Córdoba.

1.3 OBJETIVOS PERSONALES

- Complementar los cursos de grados correspondientes de la carrera con el ejercicio profesional.
- Interactuar con otros profesionales y el medio.
- Adquirir conocimientos sobre simulación, técnica fundamental para resolver problemas complejos.
- Aprender a trabajar en equipo.

1.4 DESCRIPCION DE LA ENTIDAD RECEPTORA

La entidad receptora fue el Departamento de Ingeniería de Tránsito, perteneciente a la Secretaría de Servicios Públicos de la Municipalidad de Córdoba.

La Secretaría de Servicios Públicos se divide en cuatro Subsecretarías:

- Subsecretaría de Transporte
- Subsecretaria de Movilidad Sustentable
- Subsecretaría de Higiene Urbana
- Subsecretaría de Tránsito

Según un decreto municipal (Decreto 1409/12) aprobado en el año 2013, la estructura orgánica de la Dirección de Tránsito queda conformada según lo presentado en la Figura 1.

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana

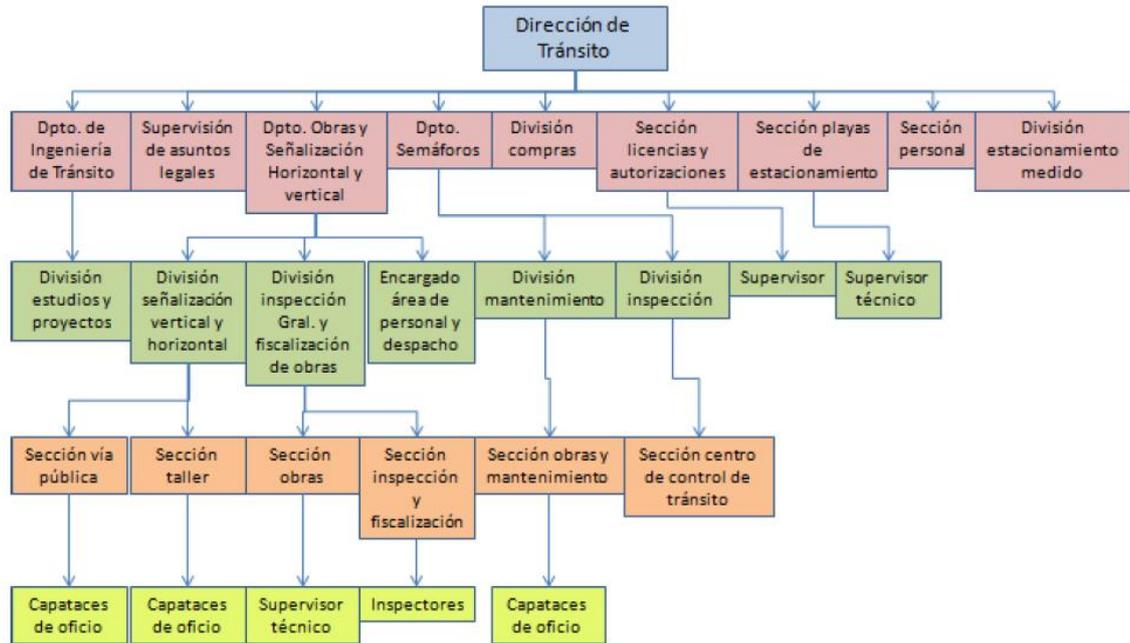


Figura 1, Estructura orgánica de la Dirección de Tránsito. (Fuente: Nahuan Gómez 2018)

El decreto expone también las misiones y funciones de cada sección o división:

Puesto: Dirección de Tránsito

Misiones:

Elaborará, coordinará, e implementará las políticas de tránsito para la ciudad de Córdoba que fije la Administración Municipal.

Funciones:

- Coordinar e implementar las políticas de tránsito que fije la administración.
- Supervisar, coordinar y ejecutar las tareas inherentes al área.
- Informar a la Superioridad sobre los inconvenientes que se presentan en la ejecución de trabajos.
- Realizar el permanente control, para relevar la eficiencia de las tareas encomendadas.
- Informar a la Superioridad sobre los trabajos ejecutados y las etapas de su cumplimiento.

Puesto: Departamento de Ingeniería de Tránsito

Misiones:

Planificación y aplicación de proyectos de ingeniería de tránsito, en un todo de acuerdo con las políticas de tránsito dispuestas por el Departamento Ejecutivo.

Funciones:

- Aplicar las políticas de tránsito dispuestas por el Departamento Ejecutivo.

- Realizar y supervisar el control operativo de todos los proyectos elaborados por la División Planificación y Proyectos.
- Coordinar políticas de trabajo y programas técnicos de injerencia común con la División.
- Planificación y Proyectos, el Departamento Semáforos y el manejo de las distintas áreas técnicas y operativas del Departamento Obras y Señalización Horizontal y Vertical, Dirección de Policía Municipal y Dirección de Transporte.
- Verificar los resultados obtenidos una vez implementadas las medidas y aprobación de las mismas.
- Informar a la Superioridad sobre los trabajos ejecutados y las etapas de cumplimiento.

Puesto: División de Estudios y Proyectos

Misiones:

Tiene como misión primordial la realización de todos los proyectos de ingeniería de tránsito, en un todo de acuerdo con las políticas de tránsito dispuestas por el Departamento Ejecutivo. Su titular debe cumplir funciones de auxiliar inmediato y reemplazo natural del Jefe de Departamento del área.

Funciones:

- Planificar y elaborar de proyectos de ingeniería de tránsito, señalizaciones horizontales y verticales, isletas canalizadoras, carriles de usos especiales, instalaciones semafóricas, y toda otra obra o dispositivo de regulación, ordenamiento y control del tránsito vehicular y peatonal.
- Determinar sentido de circulación de arterias y modalidades de uso diferencial de la vía pública y estacionamiento en toda la ciudad, cualquiera sea su forma de explotación.
- Elaborar informes para otorgar pre factibilidad de playas de estacionamiento.
- Desarrollar y aplicar normas, programas técnicos, y trabajos, relacionados con el tránsito vehicular y/o peatonal, que se realicen por contratación y/o administración.
- Realizar relevamientos y trabajos de campo relacionados con el Departamento Ingeniería de Tránsito.
- Confeccionar los programas de toda la red semafórica de la ciudad, que formen parte o no del sistema de semáforos centralizados de la ciudad, y/o cualquier otro sistema que pudiera implementarse en la misma.
- Evaluación y respuesta técnica a las sugerencias o pedidos relacionados a su competencia específica, realizados por particulares o entidades oficiales municipales o de otra índole, respecto a proyectos o medidas que signifiquen un cambio en las condiciones actuales del tránsito en la ciudad.

El Ingeniero Rinaldo Rigazio, quien ofició de tutor externo en estas horas de práctica supervisada, es el jefe de la División de Estudios y Proyectos

De todos modos, algunas de las secciones y divisiones del organigrama están hoy funcionando de manera conjunta en la misma oficina del Departamento de Ingeniería de Tránsito, a cargo del Ingeniero Rigazio.

En general, cada profesional tiene a cargo un solo tipo de tarea; sin embargo, llegado el caso, cualquiera de los profesionales se encuentra capacitado para la realización de cualquier tipo de tarea que llegue a la oficina.

1.5 ROL DEL ALUMNO

El tutor externo fue quien definió la intersección a estudiar. En función de lo solicitado la alumna planteó un plan de trabajo tentativo el cual fue consentido por las autoridades del departamento de Tránsito. El proyecto asignado debía respetar los lineamientos de trabajo habitual del departamento.

La realización de dicho proyecto implicó las siguientes tareas:

- Identificación de la intersección y problemas observados (ver Capítulo 3).
- Planificación y ejecución de los relevamientos de campo (ver Capítulo 4).
- Estudios previos del software de simulación a utilizar.
- Simulación de la situación actual de la intersección en estudio (ver Capítulo 5).
- Calibración del modelo (ver Capítulo 5).
- Planificación y planteo de distintas alternativas de solución (ver Capítulo 6).
- Simulación de las distintas alternativas de solución.
- Evaluación de los resultados obtenidos mediante las simulaciones pertinentes.
- Muestra de los resultados y conclusiones por medio de un informe final.

2 MARCO TEORICO

2.1 MODELO PTV VISSIM

Vissim es un software de simulación, diseñada para simular a nivel microscópico el tránsito de manera multimodal, es decir que se puede simular la interacción de los distintos modos de transporte que intervienen.

En el presente caso se utiliza el modelo de simulación a nivel microscópico, es decir que podemos ver en detalle cada vehículo, observando que ruta elige cada uno, si realizan cambios de carril, la separación entre ellos, etc.

El software permite representar los detalles de la infraestructura de la red analizada, es decir número de carriles, ancho, pendiente, curvaturas, etc. Otra de las virtudes de este software es que nos permite trabajar sobre una imagen de fondo que puede ser importada de algún sistema de información geográfica como Google Maps o Google Earth o bien trabajar sobre el mapa que trae incorporado el programa.

Respecto a la variable tráfico, el modelo nos permite ingresar el volumen horario, la composición (por defecto el software tiene una composición pre-establecida que contempla un cierto porcentaje de vehículos pesados y livianos) y la velocidad promedio. Una vez definida la infraestructura y la variable tráfico, podemos asignar el porcentaje que corresponde a cada ruta, las prioridades, el rango de aceleración y desaceleración.

El simulador permite recrear medidas de control de tránsito como son las señales de Stop o los semáforos; respecto a los semáforos el programa permite recrear el grupo de semáforos aplicado en la realidad, con su respectivo ciclo y reparto de verde.

Por último, podemos mencionar que las herramientas de evaluación del simulador permiten ver una amplia variedad de resultados, por lo que el usuario debe configurar para obtener los resultados que le sean útiles, durante la configuración podemos pedir que nos devuelva algunas variables puntuales o pedir una evaluación integral con la función nodo. Luego de configurar la evaluación le damos play a la simulación y obtendremos los datos de la corrida que luego deben ser procesados para hacer un análisis final.

Los siguientes sub capítulos son extraídos del manual del usuario de PTV Vissim 11 (provisto por el mismo programa), se explica el funcionamiento del programa.

2.1.1 MODELO DE FLUJO DE TRAFICO Y CONTROL DE SEMAFOROS

Vissim se basa en un modelo de flujo de tráfico y control de semáforos, donde hay un intercambio de información entre el flujo de tránsito y el estado de la señalización.

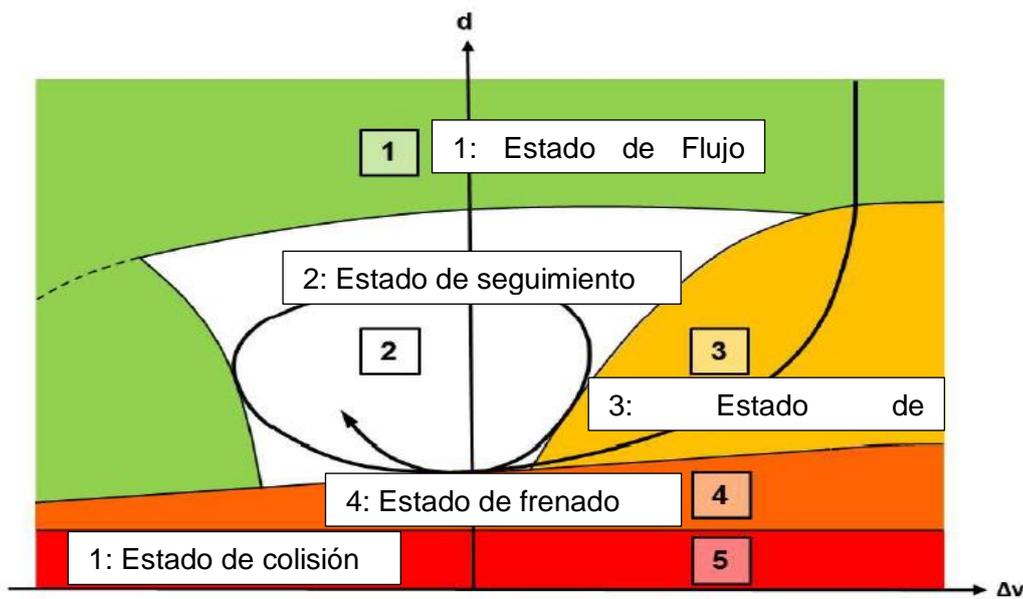
El modelo de flujo de tránsito se desarrolla sobre el modo de seguimiento de un vehículo y un modelo de cambio de carril.

Para controlar los semáforos se utilizan programas externos que modelan según *unidades de control lógico (Manual de usuario PTV Vissim 2011, pág. 31)*. Con estas unidades de control lógico se tomar lecturas en intervalos de 1s a 1/10s, eso permite que podamos elegir el intervalo que necesitamos., *las unidades de control lógico determinan el estado de los semáforos para todas las señales para el próximo intervalo de tiempo y se lo devuelven a la simulación de flujo de tráfico (Manual de usuario PTV Vissim 2011, pág. 31)*

La simulación se puede visualizar como una animación (si es a nivel microscópico). En la simulación podemos visualizar y extraer parámetros importantes como ser distribución de los tiempos de viaje, la distribución de demora diferenciada por grupo de usuarios.

2.1.2 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DEL MODELO DE SEGUIMIENTO

Para que la simulación representada por el programa sea representativa de la realidad, es necesario que el flujo de tráfico sea de calidad. Es por esta cuestión que Vissim se destaca respecto de simulaciones más simples, en los que el modelo de seguimiento propuesto tiene velocidades casi constantes y el modelo de seguimiento es determinístico. El modelo en que se basa Vissim tiene una percepción psicofísica, este modelo fue desarrollado por Wiedemann en 1974. Este modelo contempla la variabilidad del comportamiento del conductor respecto a cómo se conduce si este circula a una determinada velocidad y se acerca a otro conductor que circula a una velocidad inferior al mismo y como se dan esos cambios de aceleración, desaceleración, cambio de carril. El conductor constantemente está ajustando el estado aceleración y desaceleración cuando se encuentra con otros vehículos para alcanzar la velocidad deseada. *La diferencia en el comportamiento del conductor se toma en consideración con la función distribución de comportamiento (velocidad y distancia) (Manual de usuario PTV Vissim 2011, pág. 32)*



Car following model (according to: Wiedemann 1974)

Figura 2, Modelo de seguimiento de Wiedemann 74, Fuente: Manual de usuario PTV Vissim 11.

El modelo de seguimiento de vehículos se calibra con las mediciones de los ensayos realizados por el instituto de estudios de transporte, en el instituto Karlsruhe de tecnología en Alemania.

La aceleración de los vehículos en el modelo se ajusta según las siguientes situaciones de seguimiento:

- Si la distancia de seguridad deseada se encuentra en el rango de lo que el conductor del vehículo considera al límite de su seguridad, el conductor se conducirá a la misma velocidad que el vehículo precedente.
- Si la distancia de seguridad es un 10% mayor de lo que estima, la velocidad del conductor será un valor interpolado entre la velocidad deseada y la real del vehículo precedente.
- Si la distancia de seguridad es mayor a un 10%, entonces el vehículo se toma la libertad de acelerar hasta alcanzar la velocidad deseada.

En el modelo, el conductor tiene en consideración los vehículos adyacentes a él (si la red está representada por dos o más carriles en una misma calle), además de los anteriores y el precedente sobre su carril. En este modelo el conductor incrementa su atención 100m antes de una señal de semáforo.

2.1.3 DEFINICION DE LOS PARAMETROS DE COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR

Los parámetros que podemos configurar para ajustar en el modelo de comportamiento de conductor en el programa son los siguientes:

- Seguimiento
- Modelo de seguimiento de automóviles sin interacción o acorde al modelo Wiedemann 74 o 99.
- Comportamiento lateral
- Comportamiento de cambio de carril.
- Comportamiento ante los semáforos.
- Parámetros para la simulación mesoscópica (no utilizados en este trabajo).

El modelo de flujo de tráfico de Wiedemann se basa en asumir que hay básicamente cuatro estados de conducción diferentes:

- Conducción sin influencia: El vehículo no está influido por ningún vehículo delantero.
- Acercamiento: El vehículo está conscientemente influido por el vehículo de adelante, dado que el conductor percibe un vehículo más lento.
- Seguimiento: El vehículo está un proceso de seguimiento, siendo influenciado por el vehículo de adelante en forma no consciente.
- Frenado de emergencia: El vehículo queda a una distancia de separación menor a la deseada y debe frenar para evitar la colisión (Manual de usuario PTV Vissim 2011, pág. 286)

En cada estado de conducción la aceleración resulta de cómo interactúan con el vehículo precedente, la diferencia de velocidad entre la deseada y la real, las características del vehículo y del conductor. El pasar de un estado de conducción a otro dependen del umbral de percepción del conductor, este umbral se describe en el modelo como una función de la distancia y la diferencia de velocidad, a su vez esta percepción es variable en todos y cada uno de los conductores. En esto radica la ventaja del modelo psicofísico del Wiedemann 74, ya que tiene en cuenta estas variabilidades.

2.1.4 DEFINICION DE LOS PARAMETROS DEL MODELO WIEDEMANN 74

Los siguientes parámetros están disponibles en el modelo:

- Distancia de detención promedio (a_x): define la distancia promedio entre dos vehículos.
- Parte aditiva de la distancia de seguridad ($b_{x_{add}}$): Valor usado para el cálculo de la distancia de seguridad deseada d .
- Parte multiplicativa de la distancia de seguridad ($b_{x_{mult}}$): valor usado para el cálculo de la distancia de seguridad deseada d .

(Manual de usuario PTV Vissim 2011, pág. 295)

La distancia de seguridad d se calcula como:

$$d = ax + bx$$

Donde:

ax: distancia de detención

$$bx = (bx\ add + bx\ mult * z) * \sqrt{v}$$

V: velocidad del vehículo [m/s]

Z: es un valor cuyo rango esta entre [0,1]. Este se distribuye alrededor de 0.5 con un desvío estándar de 0.15

2.1.5 DEFINICION DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACION CON LOS PARAMETROS DE WIEDEMANN 74

La tasa de flujo de saturación define el número de vehículos que pueden fluir libremente en un grupo de carriles por hora. los semáforos o colas no influyen en el cálculo de la tasa. La tasa de flujo de saturación también depende de parámetros adicionales como velocidad, número de carriles, etc.

En Vissim la tasa de flujo de saturación se define con la combinación de parámetros, la parte aditiva de la distancia de seguridad y la parte multiplicativa de esta misma.

2.2 METODOLOGIA DE HCM

El manual de capacidad de carreteras tiene un capítulo específico para las intersecciones semaforizadas.

En dicho capítulo se describe a la intersección semaforizadas como una de las situaciones más complejas de la circulación ya que debe tener en cuenta distintas condiciones como la cantidad y distribución del tránsito, composiciones, geometría de la vía, detalles de señalización, etc.

El método permite determinar el nivel de servicio y la capacidad de la intersección mediante el análisis de circulación.

El análisis de circulación se divide en cinco módulos:

- Módulo de entrada: en este módulo se plantean las condiciones geométricas, de tránsito y de semáforo.
- Módulo de ajuste de volumen.
- Módulo de intensidad de saturación.
- Módulo de análisis de capacidad
- Módulo de nivel de servicio: en este módulo se calculan las demoras, longitud de colas y se determina el nivel de servicio.

En este trabajo se calculó el grado de saturación de la intersección con los planteado en el manual de capacidad, pero se tomarán decisiones en función de los evaluado en el simulador y los parámetros que nos enfocamos en mejorar, es decir tiempos de espera y de viaje.

CAPITULO 3

3 DESCRIPCIÓN DE LA INTERSECCIÓN

En el siguiente capítulo describiremos la ubicación de la intersección, su funcionalidad en la zona como así también sus problemáticas y puntos de conflicto

3.1 UBICACIÓN

La intersección se encuentra en la zona sur de la ciudad de Córdoba, entre barrio Jardín y Cerveceros y próxima a uno de los accesos a circunvalación (salida 11). Es un polo atractor de viajes importante, ya que se encuentran el supermercado Carrefour, el centro de construcción Easy y muy próxima a la zona se encuentra la fábrica de automotores Volkswagen, además encontramos en la intersección una estación de servicio Axion y próximamente se inaugurará el CPC de la zona. La intersección está comprendida por el cruce de la Av. Bernardo O' Higgins, Av. Pablo Ricchieri y Celso Barrios.

En la figura 3 se ubica la intersección respecto a los barrios a su alrededor y su ubicación respecto a circunvalación.



Figura 3, Ubicación de la intersección.

En la figura 4 observamos en detalle la intersección con las calles que confluyen a la misma y apreciando la geometría de la misma.

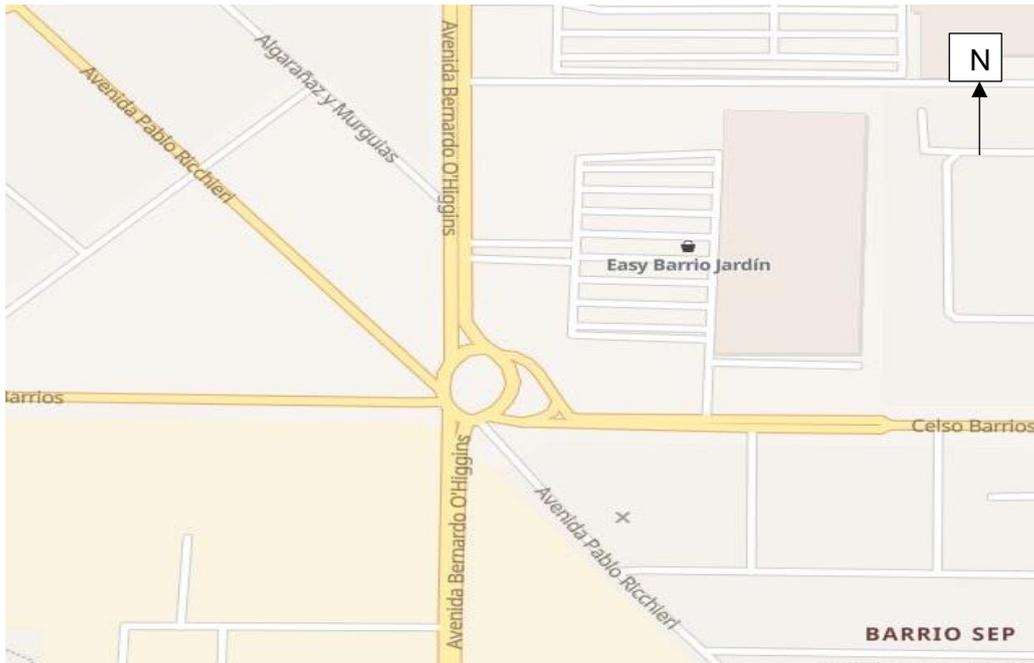


Figura 4, Detalle de las arterias involucradas en la intersección.

En la figura 5 se observa la ubicación y disposición de los centros comerciales, la estación de servicio AXION, la planta de Volkswagen y el futuro CPC a inaugurar, todo respecto a la intersección.



Figura 5, Ubicación de los centros comerciales y otros.

3.2 DESCRIPCIÓN

Las avenidas Bernardo O'Higgins y Ricchieri son muy importantes ya que son estratégicas para la conectividad de la zona y en ellas confluyen muchos viajes con destino hacia el área central de la ciudad y ciudad universitaria. Además, la intersección es parte un polo a tractor de viajes muy importante por la presencia de la zona industrial y los centros comerciales. La zona residencial ha crecido mucho en los últimos años consolidándose el plan de viviendas Horizonte, nuevos barrios cerrados lo que genera muchos viajes basados en el hogar. De esta forma, en horarios picos se generan largas colas en la Av. Ricchieri principalmente (sentido OE), en segundo lugar, en la Av. Bernardo O'Higgins (sentido NS) y, por último, pero menos congestionada la Av. Bernardo O'Higgins (sentido SN); la calle Celso barrios no presenta grandes complicaciones porque tiene gran capacidad y canalizaciones hoy por hoy útiles.

En la actualidad la calle se regula con semáforos de tiempo fijo, con tres fases, donde no se comparten movimientos entre ellas, salvo en la Av. Ricchieri, donde se genera un punto de conflicto.

Los posibles movimientos de las calles se muestran esquemáticamente en la figura 6.

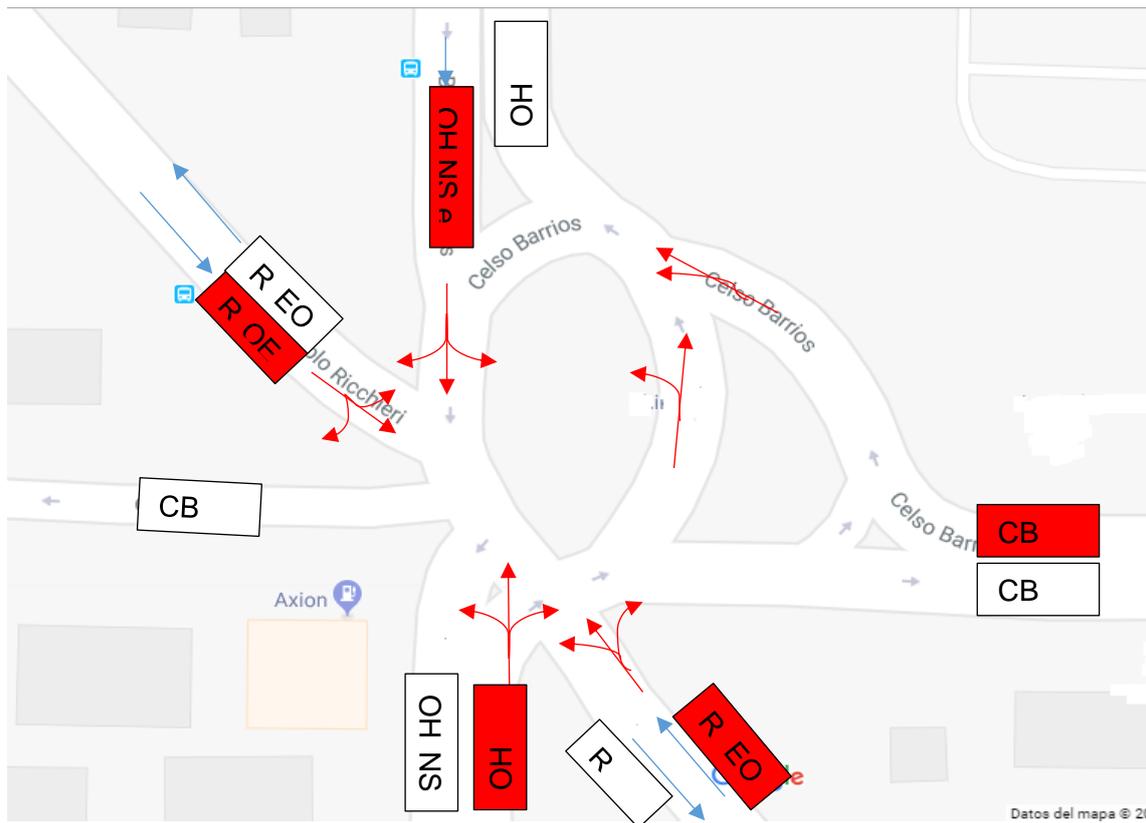


Figura 6, Sentido y movimiento de las calles en la intersección.

Se esquematizó de manera sencilla los movimientos por calle, pero tenemos dos giros a la izquierda o derecha según cada calle, a continuación, se describe en detalle cada movimiento en la tabla 1.

Para poder realizar el trabajo de manera organizada la nomenclatura utilizada fueron las iniciales de las calles con su sentido según los puntos cardinales.

Calle	Giros a la derecha	Pasante	Giros a la Izquierda
OH NS e	R EO s CB OE s	OH NS s	R OE s CB OE s
R OE e	CB EO s OH SN s	R OE s	CB OE s OH NS s
OH SN e	R OE s CB OE s	OH NS s	R EO s CB EO s
R EO e	CB OE s OH NS s	R EO s	CB OE s -

Tabla 1, Detalle de los giros a la izquierda y derecha de cada calle.

El tránsito estaba compuesto principalmente por automóviles particulares (más del 80%). Luego se observaron algunos vehículos de cargas menores y motocicletas. Existen líneas de transporte público las cuales se relevaron, pero no se profundizó mucho en su incidencia más que en el efecto que producía en las colas (se tuvo en cuenta para el análisis de composición vehicular). La zona de la intersección tenía movimiento peatonal de baja concurrencia por lo que no fue relevante al estudio.

Se detectaron dos puntos de conflicto en la intersección; el primero entre O'Higgins NS y la rotonda, ya que los vehículos que vienen de mano de la avenida O'Higgins no respetan la prioridad de los que ingresan por la rotonda, esto también se debe a que la rotonda no tiene la geometría adecuada. Se esquematiza en la figura x el conflicto.

El segundo punto de conflicto se da en la Av. Ricchieri OE-EO entre los que vienen de R EO y quieren continuar en ese sentido y los que vienen en sentido R OE y quieren girar a la izquierda hacia Celso Barrios OE. Aunque está prohibido ese movimiento en esta calle por estar semaforizadas es una maniobra que se realiza en cada ciclo. Se esquematiza lo descrito en la figura 7.



Figura 7, Puntos de Conflicto.

CAPITULO 4

4 PLANIFICACION Y EJECUCION DEL RELEVAMIENTO DE CAMPO

El trabajo se realizó en equipo dada la complejidad la intersección y la gran envergadura de la misma. Por lo que se requirió de organización previa y establecer códigos de trabajo para poder realizar el análisis de datos de manera prolija y ordenada.

4.1 PLANIFICACION

Luego de la primera visita a la intersección se pudo determinar que calles eran las que presentaban mayor congestión, los puntos de conflicto y se determinó el principal parámetro a mejorar, la longitud de las colas, ya que esto provocaba que hubiera vehículos esperando 2 o 3 ciclos esperando para poder pasar, por lo tanto, buscamos reducir el tiempo de demora.

Las calles críticas respecto a esto eran Ricchieri sentido O-E y Bernardo O'Higgins sentido N-S, la primera porque tenía poca capacidad y la segunda por el gran volumen de tránsito.

Se determinó cuáles eran los datos a relevar y la forma de hacerlo. Los datos que relevamos fueron volumen, composición vehicular de todas las calles de la intersección en todos los sentidos, el ciclo del semáforo con sus respectivas fases, tiempos de verde y las demoras. En principio con planillas de relevamiento (método tradicional), luego optamos por utilizar una APP de contador en el celular, también se pensó en realizar una filmación desde alguna edificación cercana como ser el CPC en construcción o desde el techo de la estación de servicio Axion.

A pesar de ser dos personas realizando el trabajo, necesitamos colaboradores en la tarea de toma de datos de volumen y para medir demoras, de todas formas, concluimos que para realizar la toma de datos hubiésemos necesitado al menos 6 u 8 personas más para poder hacer la toma de datos en simultaneo ya que cuando terminábamos de tomar los datos durante los 15 min pico en una calle, los datos en las siguientes no eran representativos como en la primera calle.

A pesar de tramitar los permisos correspondientes para poder realizar las grabaciones con las cámaras prestadas por el I.S.I.T, desde los edificios las visuales hacia la intersección no eran buenas, por lo que solo pudimos utilizar las cámaras con trípodes y de esta forma relevar el tránsito de algunas de las calles que no se pudieron relevar manualmente.

Los datos tomados en campo y las observaciones fueron vitales para poder hacer una representación acorde en el simulador y poder calibrar el mismo.

Realizando la simulación podíamos ver si mejoraban o empeoraban parámetros como la longitud de las colas y los tiempos de demora con las mejoras a aplicar, mientras que realizando los cálculos de manera tradicional con el manual de capacidad no podríamos apreciar eso.

4.1.1 DETERMINACION DE HORARIOS PICO

Para determinar el horario pico de la intersección primero se hizo una breve investigación en Google Maps, con la función tráfico en tiempo real y tráfico usual para ver cómo era en particular el comportamiento de la zona ya que es un polo atractor de viajes por las grandes superficies comerciales.

Los grandes picos se dan al mañana temprano (7:30-8:00 am) y por la tarde (18:30-19:00 pm) y el día de mayor relevancia es los viernes. Como el momento en el que se tomaron los datos estábamos próximos al comienzo de las vacaciones se tomaron datos los últimos dos viernes hábiles del año en el horario de la tarde para tratar de tener los datos más representativos.

Finalmente, la toma de datos se efectuó los días viernes por la mañana, medio día y la tarde, el día se midieron demoras contamos con colaboradores en las calles O'Higgins NS, Celso Barrios EO, Ricchieri EO y con las cámaras Go Pro y trípode se relevó el tránsito de las calles Ricchieri OE y O'Higgins SN.

4.1.2 PARAMETROS NECESARIOS PARA LA SIMULACION

Para representar adecuadamente el modelo en el simulador necesitábamos los siguientes datos:

- Geometría de la intersección.
- Ciclo semafórico
- Volúmenes horarios.
- Composición
- Giros/ rutas
- Velocidades

4.1.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Desde el departamento de ingeniería de tránsito en la municipalidad de Córdoba, nos solicitaron que plantemos soluciones sin modificar demasiado la infraestructura actual, que puede ser implementada de manera inmediata y una solución con un mayor impacto en la infraestructura.

Se modelaron las siguientes alternativas:

- **Alternativa 00:** Se modela y calibra la red con las condiciones existentes, es decir número y ancho de carriles, rutas existentes, ubicación de semáforos y ciclo actual.
- **Alternativa 01:** Es una alternativa donde no se altera la infraestructura existente, se agrega un semáforo sobre OH NS para eliminar el punto de conflicto 1 y se extiende el ciclo a 100s, se mantienen las 3 fases y en el reparto de verde, se asigna mayor proporción a Ricchieri.
- **Alternativa 02:** Se plantea eliminar el punto de conflicto 1 y 2. Se mantiene la mejor implementada en la alternativa 01 y se agrega una 4ta fase para R EO, el ciclo se mantiene en 100s.
- **Alternativa 03:** Aquí se plantean cambios de carácter geométrico, pero sin intervención mayor que demarcación horizontal y separación de algunos movimientos con una mejor ubicación de los semáforos sobre la calle O'Higgins NS.
- **Alternativa 1:** Se plantea una gran intervención en la infraestructura existente, si bien es la menos factible de implementar a corto plazo, es la que mayor solución aportara a la intersección que incluso implica la apertura de otras calles alrededor.

Las alternativas se describen en detalle en los capítulos 5 y 6.

Decididas las alternativas, se procede a simularlas en el software y comparar los resultados obtenidos de la evaluación en cuanto al parámetro de longitud de colas y tiempo de demora.

También se calculó el grado de saturación de la intersección de manera teórica según plantea el manual de capacidad, por lo que comparamos como mejora o no este según las alternativas planteadas.

4.2 EJECUCION DEL RELEVAMIENTO DE CAMPO

4.2.1 DETERMINACION DE HORARIO PICO

La toma de datos se realizó en el horario de la mañana con planillas de conteo, luego realizamos el resto de las mediciones con cámaras Go Pro y con la APP de celular Counter (figura 8)



Figura 8, aplicación en la tienda de aplicaciones.

Las aplicaciones para este uso en general son bastante intuitivas y didácticas, lo que hacíamos era generar un contador para cada calle con todas las clasificaciones (figura 9), de esta forma ya teníamos el conteo total de los 15 min pico.

El resultado de las planillas de conteo por la mañana fue el siguiente (grafico 1)



Figura 9, Etiqueta de los contadores.

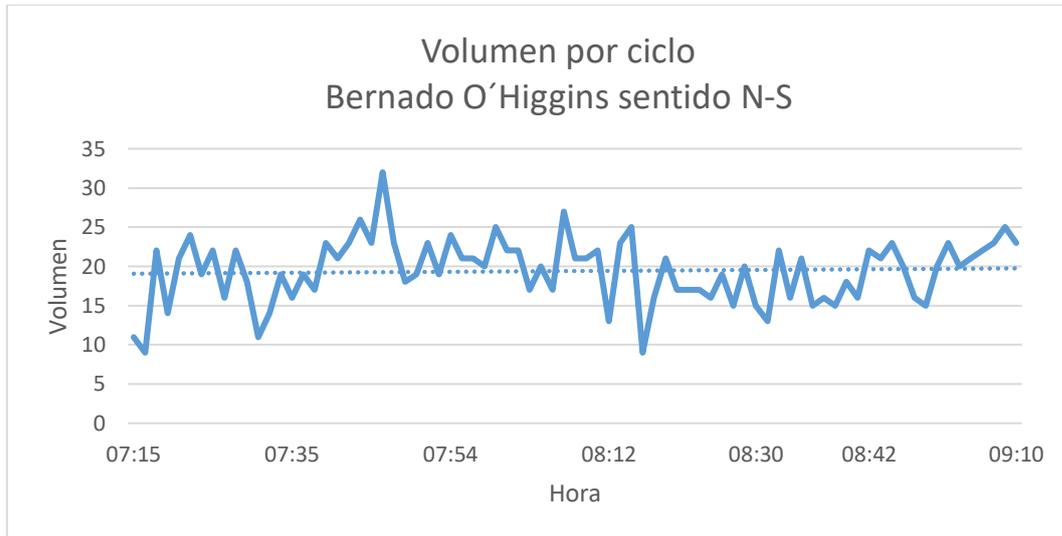


Grafico 1, Volumen por ciclo

El resultado de determinar el horario pico en la intersección se ve en la tabla 2 y el grafico 2

DETERMINACIÓN HORA PICO			
Calle: O'Higgins			
Sentido: NS			
Int.	Hora Inicial	Hora Final	Volumen
1	07:00:00	07:15:00	198
2	07:15:00	07:30:00	212
3	07:30:00	07:45:00	245
4	07:45:00	08:00:00	225
5	08:00:00	08:15:00	192
6	08:15:00	08:30:00	210
7	08:30:00	08:45:00	228
8	08:45:00	09:00:00	181
9	09:00:00	09:15:00	165
10	11:45:00	12:00:00	210
11	12:00:00	12:15:00	228
12	12:15:00	12:30:00	231
13	12:30:00	12:45:00	236
14	12:45:00	13:00:00	215
15	13:00:00	13:15:00	210
16	13:15:00	13:30:00	201
17	13:30:00	13:45:00	187
18	13:45:00	14:00:00	167
19	17:30:00	17:45:00	196
20	17:45:00	18:00:00	203
21	18:00:00	18:15:00	221
22	18:15:00	18:30:00	241
23	18:30:00	18:45:00	253
24	18:45:00	19:00:00	270
25	19:00:00	19:15:00	273
26	19:15:00	19:30:00	258
27	19:30:00	19:45:00	247
28	19:45:00	20:00:00	244

Tabla 2, Volumen horario

HORA PICO		
Turno	Horario	Volumen Max.
Mañana	07:00 - 08:00	245
Mediodía	12:15 - 13:15	236
Tarde	18:45 - 19:45	273

Tabla 3, Resumen de volumen horario por franja horaria.

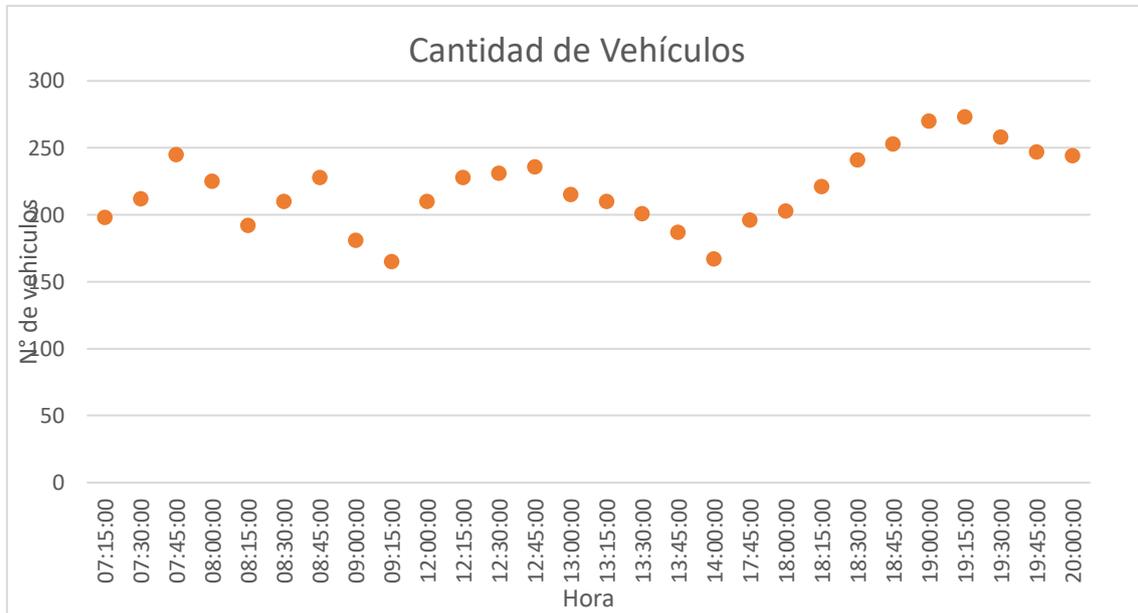


Gráfico 2, Volumen de vehículos durante una jornada completa

En resumen, el volumen horario de las calles de la intersección en horario pico, con un factor de hora pico de 0.963 se ve en la tabla 4

Calle	Vol/Horario
OH NS	880
R OE	580
OH SN	700
R EO	232
CB EO	415

Tabla 4, Volumen horario por calle

La toma de datos se realizó los días viernes solo en el horario pico de la tarde por falta de personal y por el tiempo acotado que disponíamos para realizar las mediciones antes de que el tránsito se viera afectado por las vacaciones de verano.

La simulación se evaluó para este periodo, pero los resultados serían similares para el horario pico de la mañana.

4.2.2 GEOMETRIA

Para relevar la geometría se realizó un croquis a mano alzada, se constató la cantidad de carriles por calle y con odómetro manual se tomaron las medidas.

El croquis de la geometría se adjunta en el anexo. En la tabla 5 se encuentran las medidas de ancho de calzada y el número de carriles

Calle	Ancho Total [m]	Número de Carriles
OH NS	6,7	2
OH SN	6,3	2
R OE	4,7	1
R EO	4,7	1
CB EO	6,2	2

Tabla 5, Datos de geometría, ancho de calle y número de carriles.

4.2.3 CICLO SEMAFORICO

El ciclo de la intersección no está coordinado con el resto de los semáforos de la Avenida Bernardo O'Higgins porque está lo suficientemente distanciado como para considerar que la llegada se da en pelotón. Otros de los semáforos cercanos solo se disponen para permitir el ingreso a los hipermercados y tienen su propia dársena para esperar. El semáforo para el acceso del hipermercado Easy sobre Celso Barrios EO se intentó relevar en distintas oportunidades, pero se encontraba fuera de uso o en intermitente.

Se hicieron mediciones con cronómetros y se constató que es un semáforo de Ciclo fijo con las mediciones que se realizaron en las distintas franjas horarias.

El ciclo es de 80s, con 3 fases. A continuación, se detalla en la tabla 6 el reparto de verde de cada fase.

CICLO SEMAFORICO ACTUAL		
CALLE	FASE	TIEMPO[s]
OH NS	Rojo	54
	Amarillo	3
	Verde	25
OH SN	Rojo	53
	Amarillo	3
	Verde	26
R OE / R EO	Rojo	57
	Amarillo	3
	Verde	20

Tabla 6, Ciclo semaforico actual

4.2.4 VOLUMEN, COMPOSICION Y GIROS

Los siguientes parámetros se obtuvieron de observación en campo durante los 15 min pico, con ayuda de la APP Counter en algunas calles, en movimientos principales y se terminó de tomar datos con las filmaciones que se realizaron en el mismo periodo. La calle Celso Barrios EO y Ricchieri EO se pudieron relevar por completo en campo.

Éramos 3 personas tomando datos de movimientos y una persona a cargo del control y cuidado de las cámaras, de esta forma tratamos de tomar la mayor cantidad de datos al mismo tiempo.

Respecto a la composición se discrimino en:

- Vehículos livianos (pick up, traffic, automóviles)
- Bus
- Camiones
- Bicicletas/motos.

La composición vehicular se determinó del video de dron de 15 min que nos colaboraron de un trabajo de agrimensura.

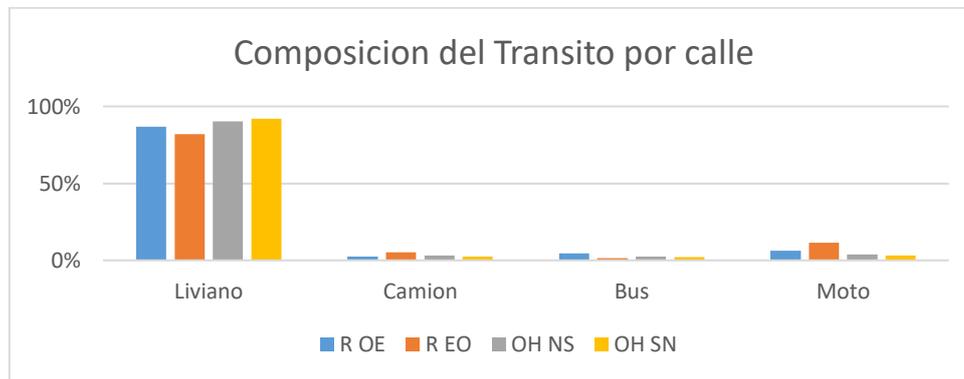


Grafico 3, Composición Vehicular.

Como se mencionó en la descripción de la intersección cada calle tiene cuatro o 5 movimientos, por lo que en la tabla 7 resumen se indicara el porcentaje que corresponde a cada movimiento.

Calle	Giros a la derecha				Pasante		Giros a la Izquierda			
OH NS e	R EO s	11%	CB OE s	18%	OH NS s	61%	R OE s	10%	CB OE s	1%
R OE e	CB EO s	2%	OH SN s	34%	R OE s	14%	CB OE s	11%	OH NS s	5%
OH SN e	R OE s	2%	CB OE s	8%	OH NS s	42%	R EO s	42%	CB EO s	6%
R EO e	CB OE s	16%	OH NS s	24%	R EO s	61%	CB OE s	2%	-	

Tabla 7, Porcentaje de cada movimiento

4.2.5 VELOCIDADES

No se determinó velocidad en campo, pero se tuvo en cuenta la velocidad máxima permitida para esas arterias, siendo 60km/h para avenidas y 40 km/h para calles

urbanas para vehículos livianos y se adoptó para vehículos pesados y buses una velocidad entre 30-40 km/h.

4.2.6 PEATONES

La presencia de peatones es escasa, por lo que no se relevó este parámetro porque no era relevante para el análisis de la intersección ya que no generaba ningún conflicto ni aportaba ningún dato interesante a la simulación.

4.2.7 TRANSPORTE PUBLICO

Se relevaron los horarios y frecuencias de las líneas de transporte publico cuyas paradas de colectivo estaban cercanas a la intersección. Las líneas relevadas fueron la 20,25, 29, 81 de la empresa ERSA en horario pico por la tarde durante el mes de marzo.

Para realizar el relevamiento nos organizamos dos operadores con sistema de comunicación por radio de modo que la comunicación era más cómoda porque nos encontrábamos en distintas paradas de colectivo y nos íbamos reubicando en las paradas de colectivos eh informando de la situación en cada parada. Cada operador tenia planillas donde se dejaba constancia de la permanencia en la parada, la frecuencia, pasajeros que subían/descendían y la ocupación en que se encontraba el colectivo.

Las planillas de relevamiento se adjuntan en el anexo.

5 ARMADO Y CALIBRACION DEL MODELO

5.1 ARMADO DEL MODELO

El software utilizado para el modelado y evaluación de la intersección fue PTV Vissim 8, pero primero para entrenamiento del mismo se utilizó el demo de versión estudiantil PTV Vissim 11.

Las horas de trabajo se llevaron a cabo dentro de la oficina del Instituto de Ingeniería en Transporte (I.S.I.T) que se encuentra dentro de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales

La estructura de trabajo con estos simuladores es como se esquematiza en la figura 10

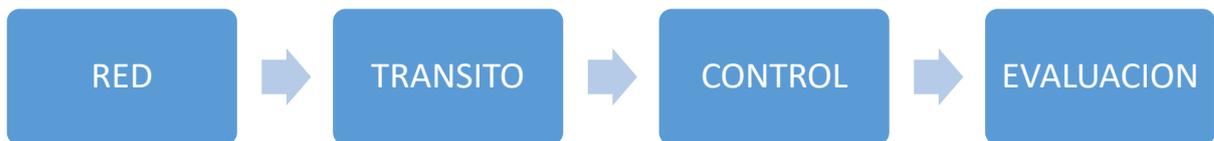


Figura 10, Esquema de trabajo con el simulador.

Y el mismo se debe retroalimentar para lograr los resultados más próximos a la realidad, y así poder confiar luego en los resultados de las simulaciones de las alternativas propuestas.

En los siguientes capítulos describiremos los pasos para el armado del modelo.

5.1.1 RED

Con los datos relevados en campo comenzamos a recrear la red a través de links. Para generar la red usamos la herramienta "Links" del menú de "Network Objects". La figura 11 ilustra la herramienta dentro del network objects.

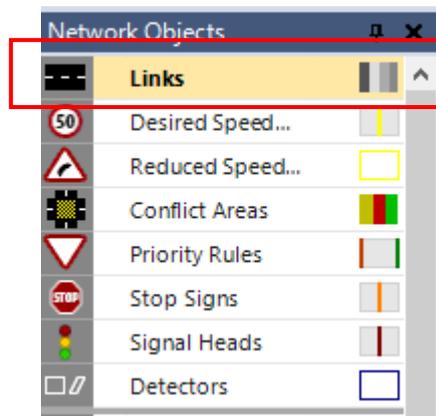


Figura 11, Captura de pantalla Vissim8, network objects.

Cuando se crean los links especificamos el número de carriles, ancho de los mismos y a través de los conectores vamos conectando con otros links y de esta forma podemos recrear la red lo más cercada a la realidad. En la figura 12 se ilustra la ventana emergente que aparece cuando se traza un nuevo link.

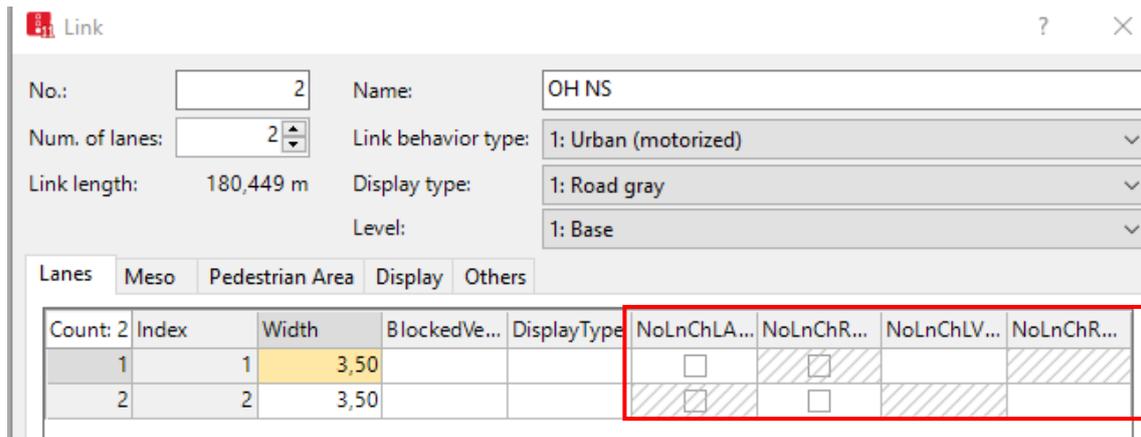


Figura 12, Captura de pantalla Vissim, atributos de las calles.

En los atributos remarcados en la figura 12 podremos especificar restricciones de giro en determinados carriles y sobre todos los vehículos o algunas clases. En nuestro caso solo aplicamos una restricción en la calle OH SN de cambio de carril a la derecha en el carril de la izquierda ya que de esta forma el comportamiento de esa calle era más próximo a la realidad.

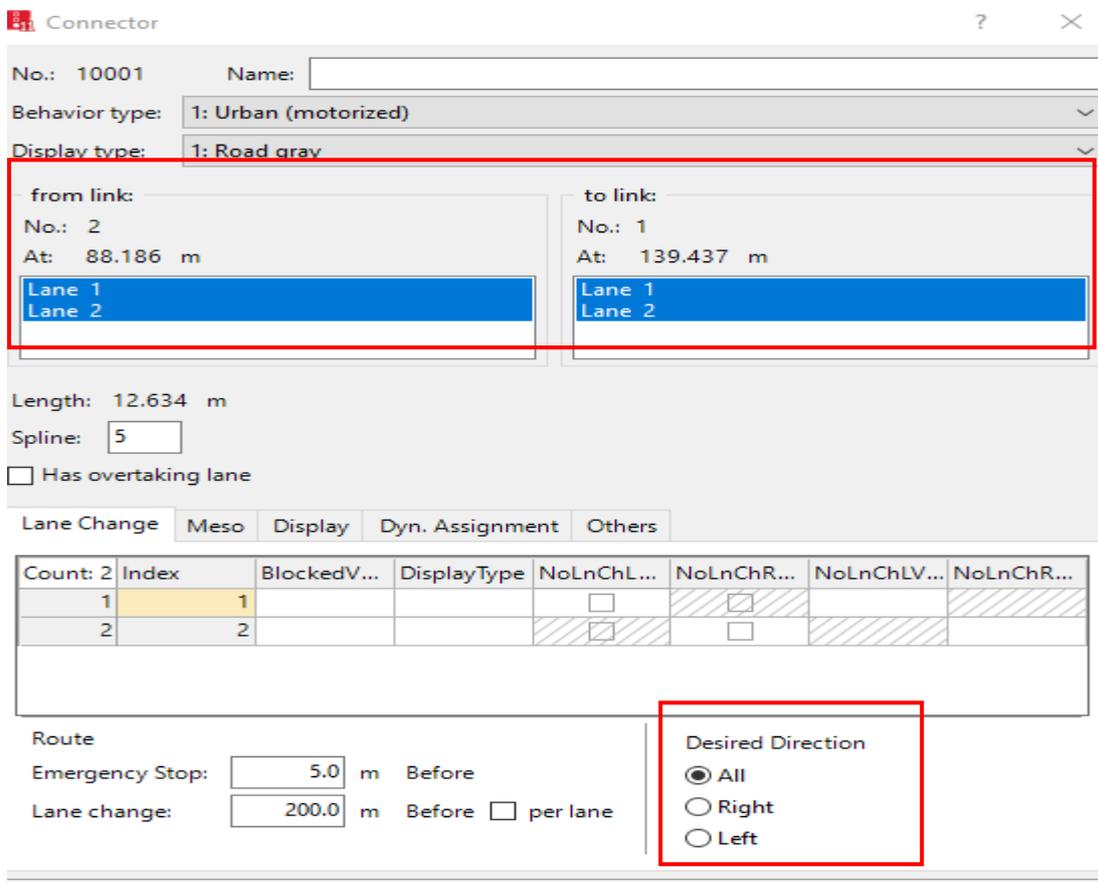


Figura 13, Captura de pantalla de Vissim, atributos de los conectores.

En el menú contextual que aparece cuando se crean los conectores (figura13) podemos seleccionar o corregir desde que carriles hacer las conexiones que deseamos en las opciones "from link" y "to link". También podemos especificar la dirección deseada en

las opciones de “Desired Direction” que tomara ese conector, es decir si da lo mismo que un vehículo de la izquierda o la derecha tome ese conector o si deseamos que solo tomen ese conector los vehículos que vienen por derecha o por izquierda. En nuestra red se editó cada conector según fuera necesario, ya que por defecto toma la opción “All”.

Usamos la siguiente imagen satelital (figura 14) como base para recrear la misma.

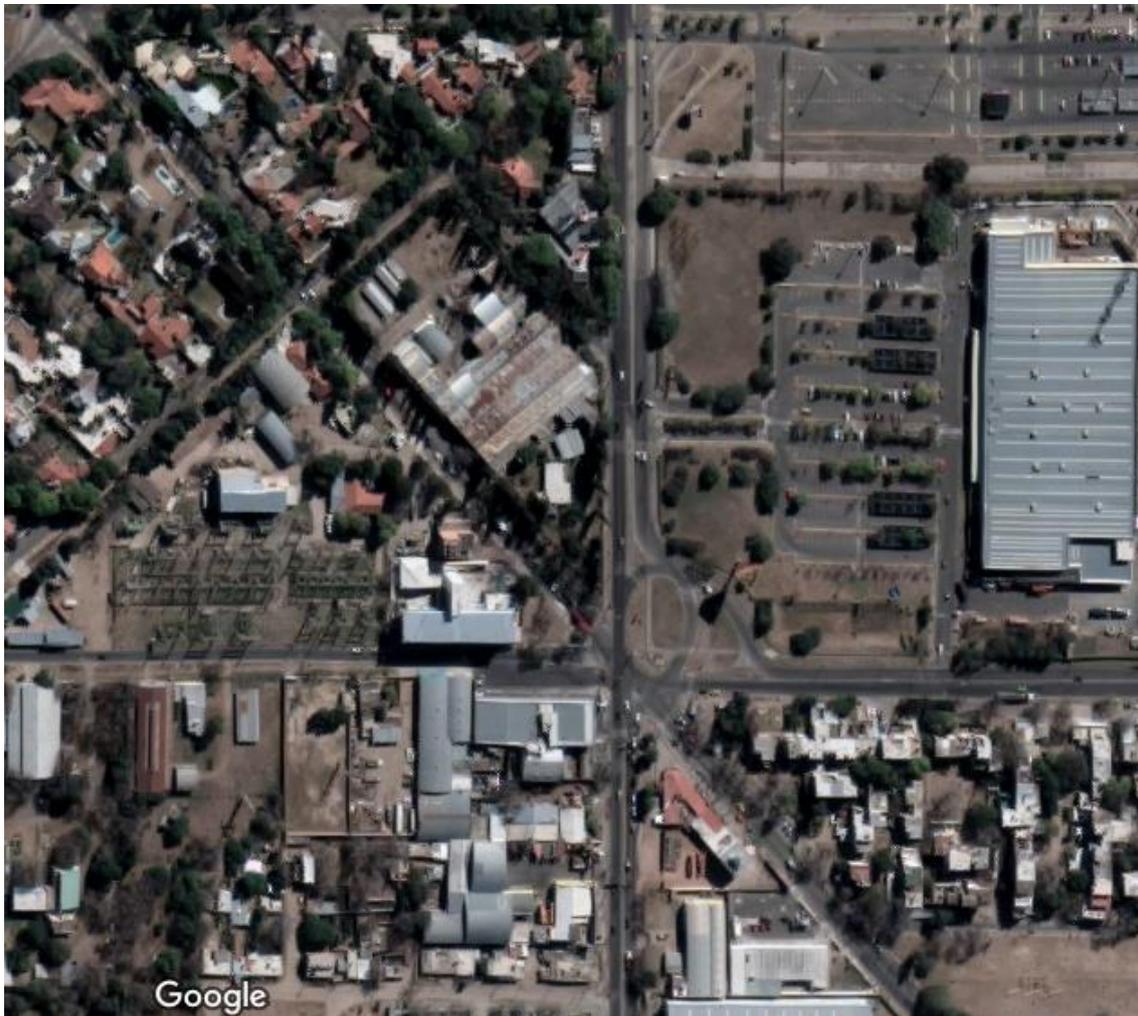


Figura 14, Captura de pantalla de Google Eart, fondo de la interseccion.

A continuación, una imagen de la red recreada para simular la intersección (figura 15).



Figura 15, Red recreada en Vissim

los links generados se ven en la imagen 16

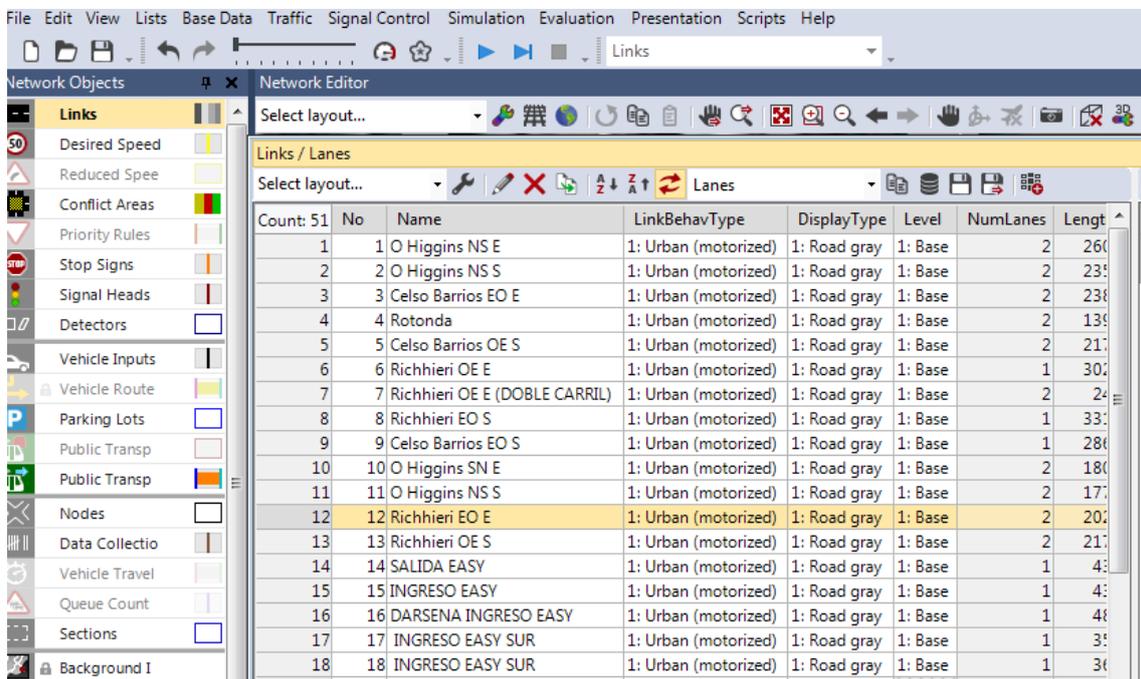


Figura 16, Captura de pantalla Vissim, lista de las calles generadas en Vissim.

5.1.2 TRANSITO

Luego de crear la red del modelo se procede a cargar los datos de tránsito, es decir el volumen horario, la composición por calle, las rutas y el porcentaje total de los movimientos que correspondes a cada ruta.

Esto se hace de la siguiente forma:

1. Se ingresa al comando "Vehicle input" del menú "Network Objects" (figura 17).

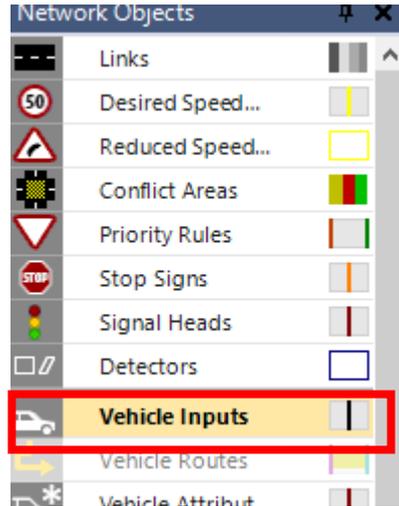


Figura 17, Captura de pantalla Vissim, network objects

Y se ingresa el volumen horario de cada calle haciendo click en el inicio del link correspondiente. La figura 18 muestra el input ingresado en cada calle.

Vehicle Inputs / Vehicle Volumes By Time Interval						
Select layout... Vehicle volume						
Count: 5	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)	
1	1		1: O Higgins NS E	880,0	2: OH NS	
2	2		6: Richhieri OE E	580,0	3: Richhieri	
3	3		10: O Higgins SN E	700,0	1: OH SN	
4	4		12: Richhieri EO E	232,0	3: Richhieri	
5	5		3: Celso Barrios EO E	415,0	4: Celso Barrio	

Figura 18, Captura de pantalla Vissim, voumenes horarios ingresados

Luego con los pasos siguientes ingresamos la composición vehicular.

2. Agregamos los vehículos que nos faltan para recrear la composición vehicular, para esto ingresamos al menú "Base Data" (figura 19)

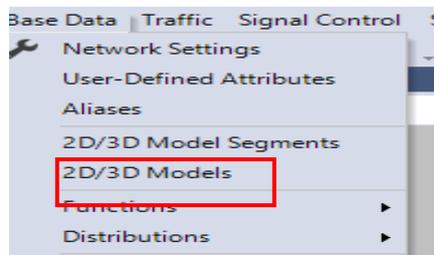


Figura 19, Captura de pantalla Vissim, menu base data.

Nos aparece el siguiente listado con los vehículos y peatones que trae por defecto el programa, si hacemos click en el signo más (add), podremos crear los vehículos que nos hagan faltan para recrear nuestro parque automotor. En nuestro caso mostraremos

el caso de agregar una motocicleta porque en la configuración inicial no teníamos esta clase de vehículo como tal y las medidas de la bicicleta eran inferiores (figura 20).

2D/3D Models / 2D/3D Model Segments			
Select layout...			
Count: 23	No	Name	Length
	1	Car - Volkswagen Golf	4,211
	2	Car - Audi A4	4,610
	3	Car - Mercedes CLK	4,644
	4	Car - Peugeot 607	4,760
	5	Car - Volkswagen Beetle	4,012
	6	Car - Porsche Cayman	4,359
	7	Car - Toyota Yaris	3,749
	8	21 HGV - EU 04	10,215
	9	31 Bus - EU Standard	11,541
	10	35 Bus - EU Articulated	18,598
	11	60 Motocicleta	2,000
	12	61 Motocicleta - Cycle Man 02	1,800

Figura 20, Captura de pantalla Vissim, clases de vehiculos.

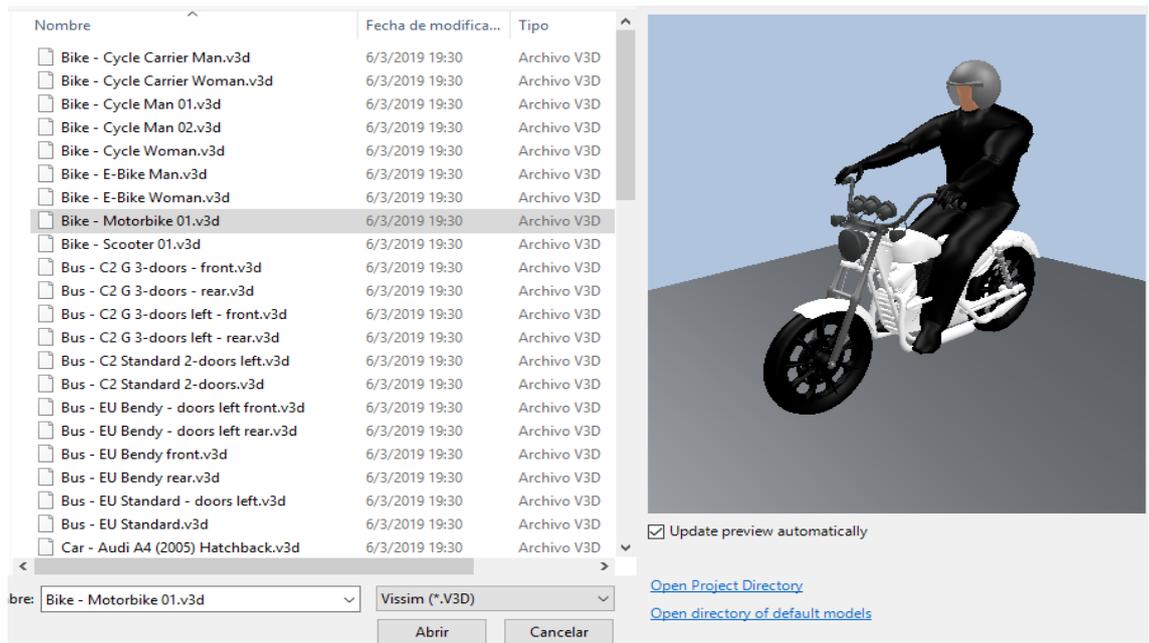


Figura 21, Captura de pantalla vissim, eleccion de un tipode vehiculo.

Seleccionamos del archivo de Vissim el rodado que deseamos (figura 21) y a continuación se abre otro menú contextual donde podemos ver las medidas del vehículo y podemos ver y modificar otros atributos, aceptamos la opción deseada y se incorpora a la lista de los vehículos que conforman la flota en el simulador.

La figura 22 muestra en detalle el vehículo seleccionado.

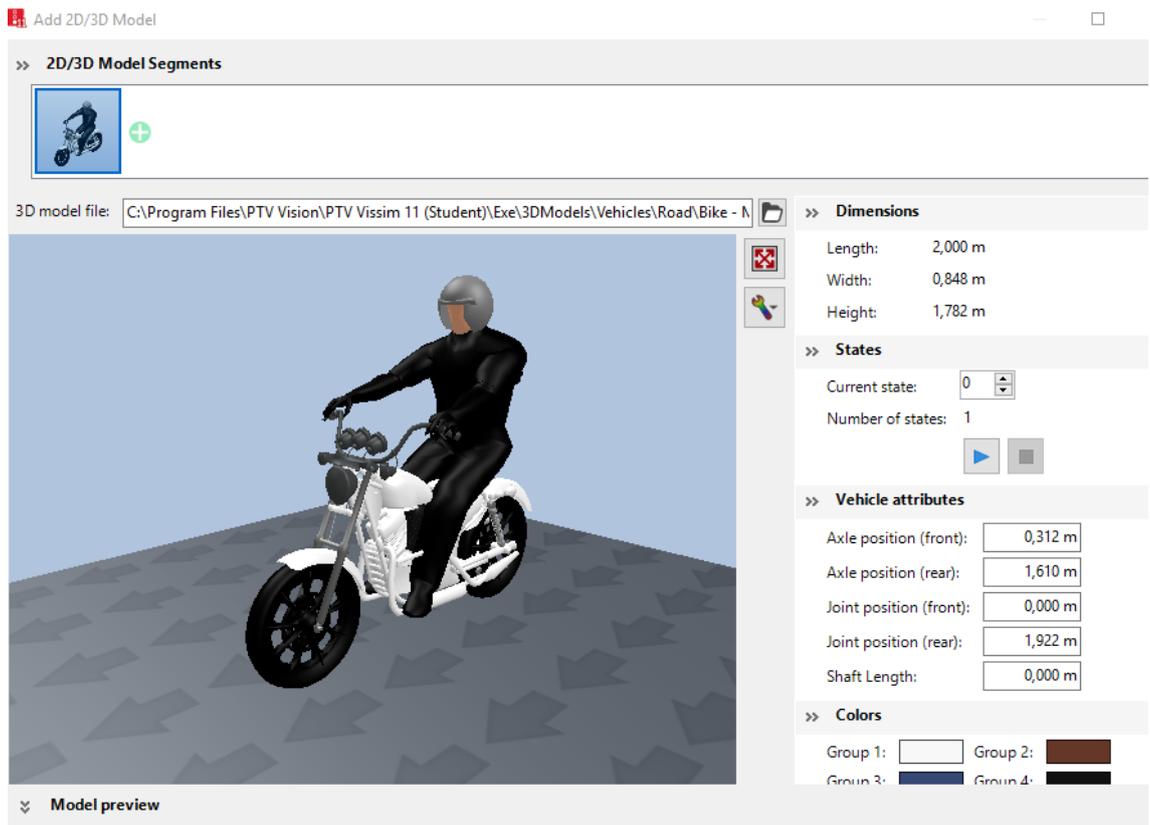


Figura 22, Captura de pantalla Vissim, características de vehículo seleccionado.

Luego de crear incorporar el vehículo que necesitamos tenemos que agruparlo, en tipos de vehículos dentro del menú “Base data” en “vehicle Types” (figura 23 y 24).

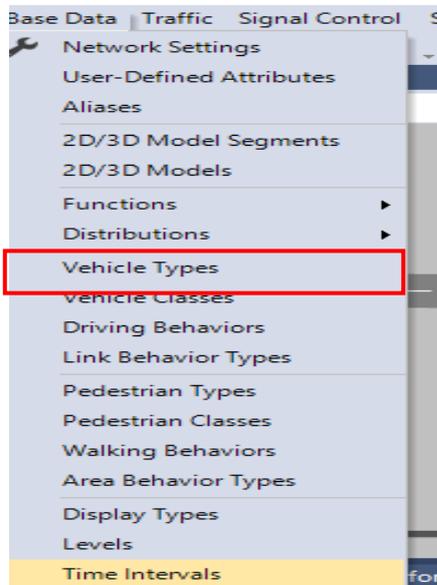


Figura 23, Captura de pantalla Vissim, menu base data.

Count	No	Name	Category	Model2D3DDistr
1	100	Car	Car	10: Car
2	200	HGV	HGV	20: HGV
3	300	Bus	Bus	30: Bus
4	600	motocicleta	Bike	60: Bike

Figura 24, Captura de pantalla Vissim, categorías de tipos de vehículos.

Asignamos en la opción “model 2D3D” el tipo de vehículos y luego volvemos a ingresar en el menú “Base data” para designar la proporción de cada vehículo (figura 25)

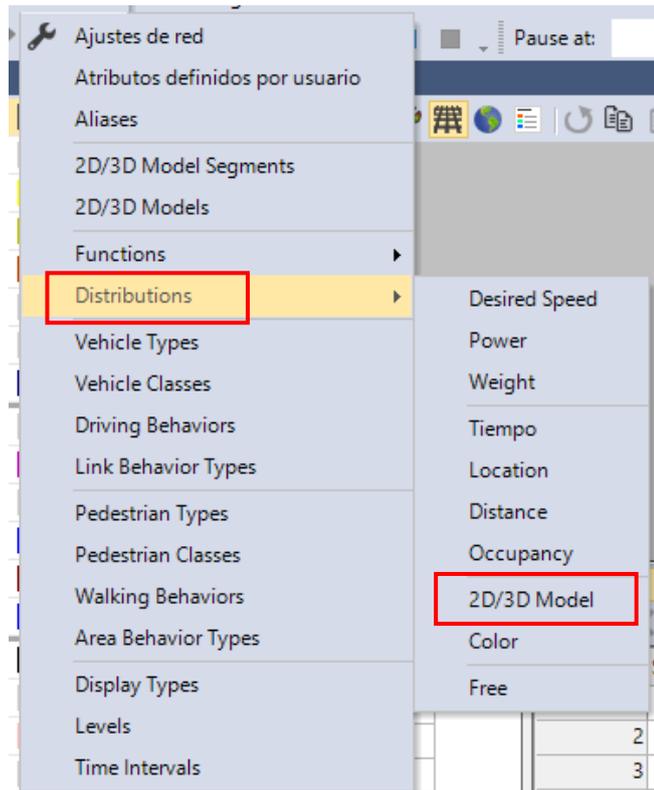


Figura 25, Captura de pantalla Vissim, medu de distribución.

Count...	Share	Model2D3D
1	0,240	1: Car - Volkswagen Golf
2	0,180	2: Car - Audi A4
3	0,160	3: Car - Mercedes CLK
4	0,160	4: Car - Peugeot 607
5	0,140	5: Car - Volkswagen Bee...
6	0,020	6: Car - Porsche Cayman
7	0,100	7: Car - Toyota Yaris
8	1,000	21: HGV - EU 04
9	1,000	31: Bus - EU Standard
10	0,500	60: Motocicleta
11	0,500	61: Motocicleta - Cycle...

Figura 26, Captura de pantalla Vissim, distribución de los tipos de vehiculos

De esta forma se adecua la flota vehicular en las proporciones aproximadas en que se encuentra cada tipo de vehículo (figura 26).

3. En el menú "Traffic", "Vehicle composition" se ingresa la composición vehicular de cada calle y luego se vuelve al comando "Vehicle Routes" y se asegura que cada input tenga la composición correcta (figura 27).

Count: 4	No	Name
1	1	OH SN
2	2	OH NS
3	3	Richhieri
4	4	Celso Barrio

Count: 4	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	40: 40 km/h	0,970
2	200: HGV	40: 40 km/h	0,003
3	300: Bus	40: 40 km/h	0,010
4	600: motocicleta	40: 40 km/h	0,017

Figura 27, Captura de pantalla Vissim, composición vehicular y la velocidad asignada a cada tipo de vehiculo.

En este punto se designa la velocidad deseada, en nuestro modelo se adoptaron las velocidades que están configuradas en el programa ya que se adecuo a lo observado e inferido de las observaciones en campo

Count: 5	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes
1	1		1: O Higgins NS E	4,516	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2		12: Richhieri EO E	5,379	<input checked="" type="checkbox"/>
3	3		10: O Higgins SN E	4,495	<input checked="" type="checkbox"/>
4	4		6: Richhieri OE E	7,066	<input checked="" type="checkbox"/>
5	5		3: Celso Barrios EO E	6,453	<input checked="" type="checkbox"/>

Count: 5	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	1	1		11: O Hi...	149,705	0,663
2	1	2		8: Richh...	305,854	0,063
3	1	3		9: Celso...	254,228	0,042
4	1	4		13: Rich...	198,204	0,121
5	1	5		5: Celso...	202,484	0,111

Figura 28, Captura de pantalla Vissim, rutas de decisión y el porcentaje de vehiculos que toma esa ruta

En la figura 28 vemos la tabla que se genera cuando designamos las rutas. Y en las figuras 29 y 30 se muestra el detalle de las rutas sobre la calle OH NS.



Figura 29, Captura de pantalla Vissim, una ruta de decisión de OH NS hacia R EO



Figura 30, Captura de pantalla Vissim, Todas las rutas de decisión posibles de OH NS

En el anexo de encuentran las tablas e imágenes de las rutas de todas las calles.

4. Con la herramienta “Priority Rules” se define la prioridad de paso de una calle sobre otra. En este caso en dos puntos es necesario establecer esa prioridad para que el modelo se represente el comportamiento lo más próximo a la realidad (figura 31).



Figura 31, Captura de pantalla Vissim, Network Objects.

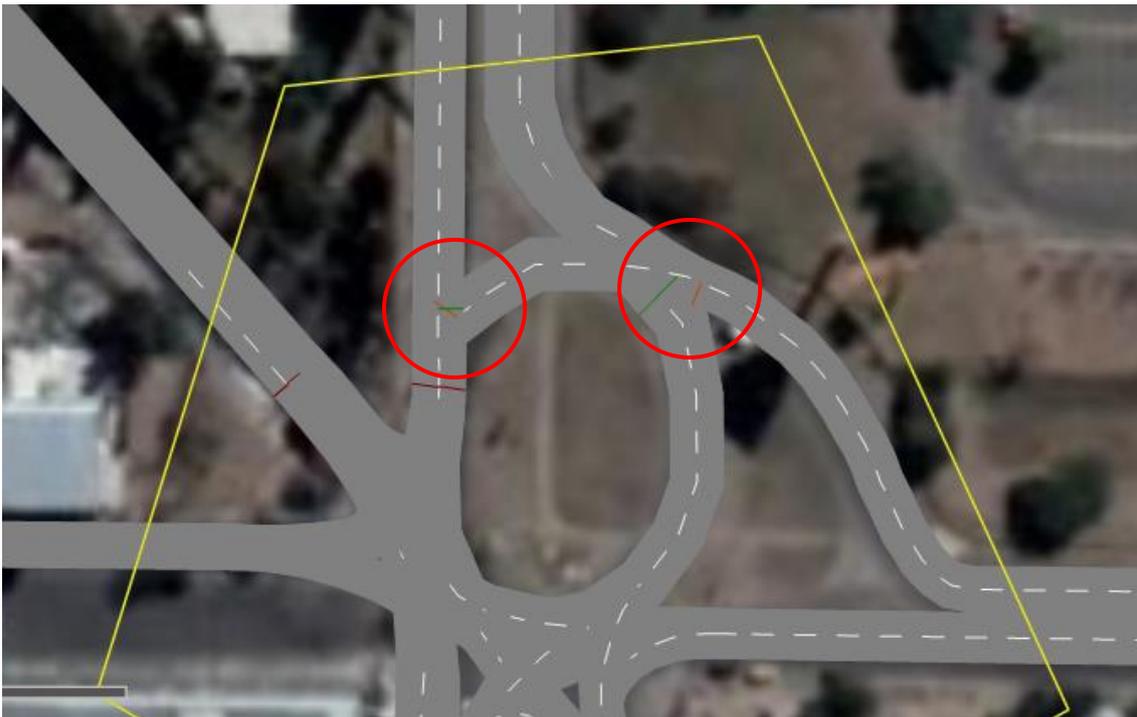


Figura 32, Captura de pantalla Vissim, detalle de donde se aplicaron las rutas de prioridad

La figura 32 muestra el detalle de las zonas donde se aplicaron estas reglas de prioridad.

A continuación de que crear estas reglas de prioridad, aparece un menú de configuración donde lo que editamos en este caso fue el Gap Time y el min Headway, ya que por defecto en Vissim tiene una configuración de Gap time de 3s y el espaciamiento de 5m (figura 33).

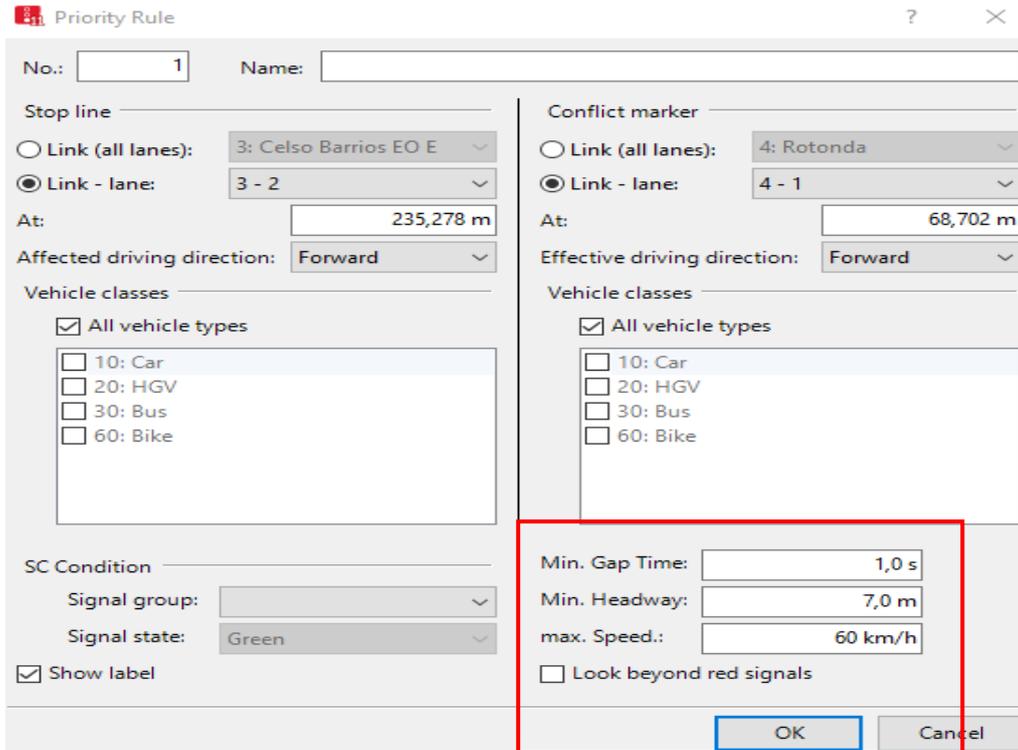


Figura 33, Captura de pantalla Vissim, ventana de atributos de las reglas de prioridad.

5.1.3 CONTROL

Ahora ingresamos la semaforización que regula la intersección de la siguiente forma

1. En el menú “Signal Control”, seleccionamos “Signal Controllers” (figura 34) generamos el grupo de señales con la representación que se utiliza (rojo, verde, amarillo)

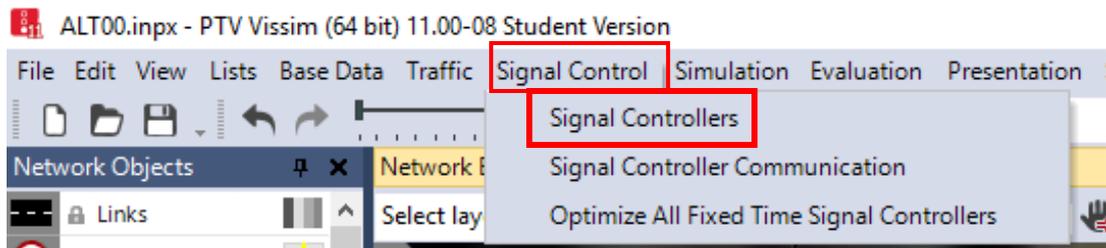


Figura 34, Captura de pantalla Vissim, menu signal control

2. Luego de esta selección se despliega una lista donde podemos agregar los grupos de semáforos que necesitamos como observamos en la figura 35

Signal Controllers / Signal Groups											
Count	No	Name	Type	CycTm	CycTmIsVar	SupplyFil	Count	No	Name	Type	
2	3	Alternativa 00	Fixed time	0	<input checked="" type="checkbox"/>	vissig.cor	3	1	OH NS	Normal	
	4	ACCESO EASY	Fixed time	0	<input checked="" type="checkbox"/>	vissig.cor		2	2	ON SN	Normal
								3	3	R.OE	Normal

Figura 35, Captura de pantalla Vissim, grupos de semaforos.

Cuando agregamos un semáforo de tiempo fijo, nos aparece la siguiente ventana para configurar el archivo que contiene la información de la configuración de los

semáforos. Es muy importante asegurarnos de generar un archivo independiente para cada grupo de semáforos a fin de que Vissim no sobrescriba el mismo archivo.

Cuando hacemos click en el botón “edit Signal Control” aparece otra ventana emergente donde configuramos nuestro grupo de semáforos (figura 36).

Lo que hice en nuestro modelo fue crear cada semáforo según el nombre de la calle que corresponde con la fase (figura 37).

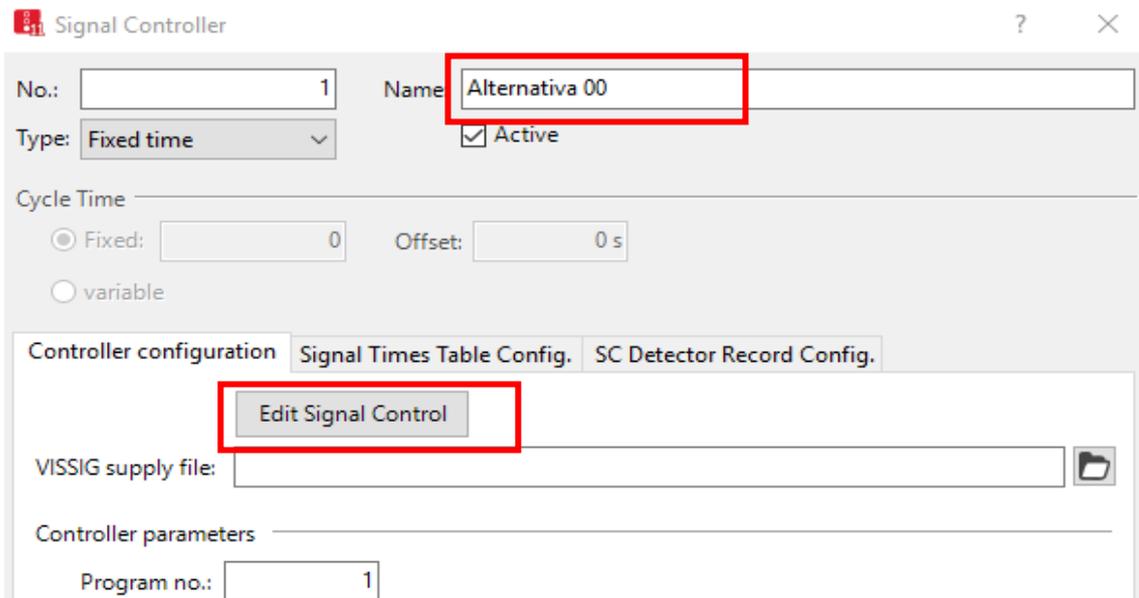


Figura 36, Captura de pantalla Vissim, ventana de edicion de semaforos y creacion del archivo

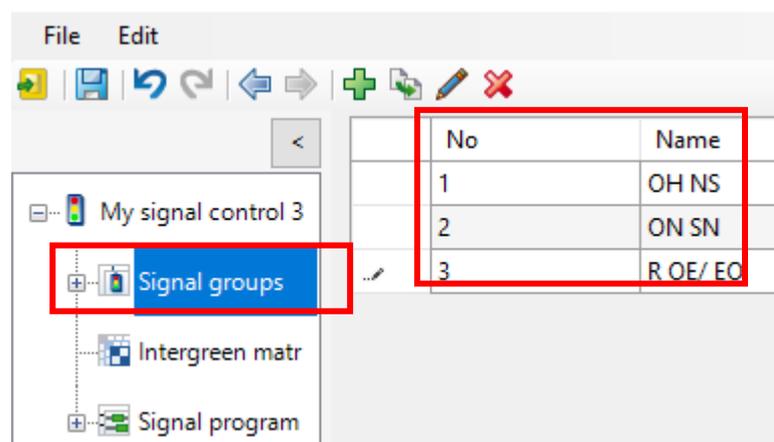


Figura 37, Captura de pantalla Vissim, grupos de semaforos según la calle.

Luego en la opción “Signal Program “configuramos el ciclo de nuestro grupo de semáforos y la secuencia de la señal del semáforo, en nuestro caso configuramos con la secuencia observada en campo ROJO-VERDE-AMARILLO.

Una vez configuradas estas opciones realizamos el reparto de verde moviendo las barras según las observaciones de campo, es decir acomodando las barras según las fases. En la figura 38 y 39 se muestra la configuración final de los semáforos de la alternativa 00 (situación actual) y del acceso al centro comercial Easy, acceso oeste.

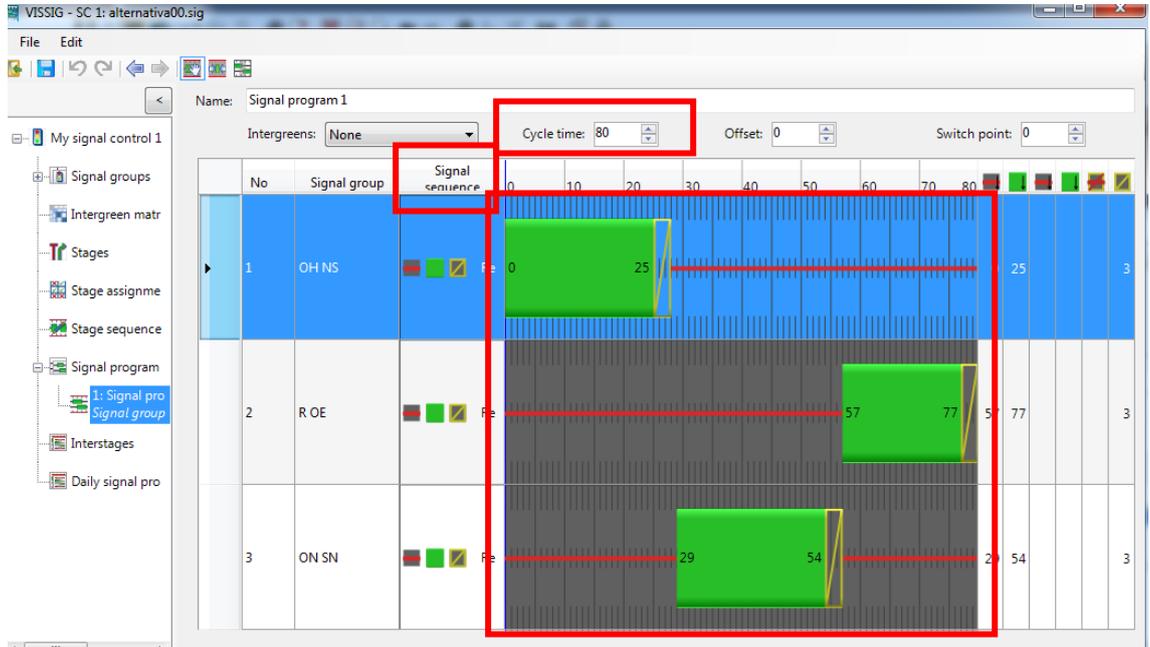


Figura 38, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde de los semáforos de la intersección.

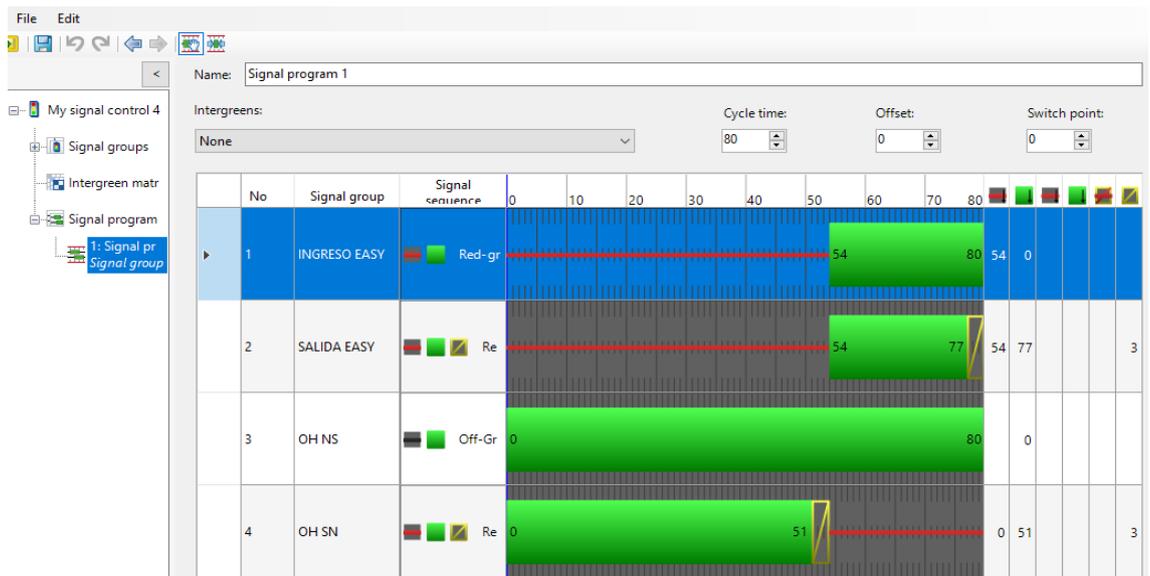


Figura 39, Captura de pantalla Vissim, Reparto de verde grupo de semáforos del ingreso Easy oeste.

1. Una vez generado el “Signal Program” con el comando “Signal Head” (figura 40) se van ingresando los semáforos carril por carril en cada calle

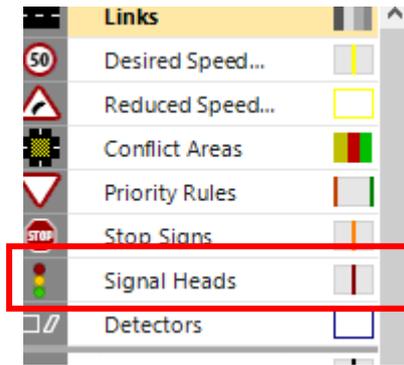


Figura 40, Captura de pantalla Vissim, network object

La figura 41 muestra cómo están ubicados los grupos de semáforos en la red del simulador.



Figura 41, Captura de pantalla Vissim, ubicacion de los semaforos en la red del modelo.

5.1.4 SIMULACION Y CALIBRACION DEL MODELO

Con todos los datos relevados estamos en condiciones de representar el modelo. Se trabajó con PTV Vissim 8, porque es un simulador bastante dinámico, didáctico y de uso extendido por que permite análisis a distinto nivel (macro, micro y meso), además es la licencia de software disponible en el I.S.I.T, lugar donde se llevaron a cabo las horas de trabajo.

Una vez ingresado el modelo, con los datos de volúmenes horarios, rutas de decisión, etc. se procede a calibrar el mismo porque todas las variables tienen asignado por defecto ciertos parámetros, como ser la velocidad de los vehículos, el comportamiento del usuario, etc. Y adecuar estas variables a la realidad observada hace que el resultado

de la simulación sea confiable y por lo tanto podremos confiar en los resultados que obtengamos sobre las alternativas de solución planteadas.

Un detalle no menor a la hora de simular, es que la avenida Bernardo O'Higgins tiene muchos semáforos en toda su extensión, pero entre el anteúltimo y el último (uno de los que regula la intersección) la distancia era de 300m, por lo que la llegada de los vehículos no se consideraba como en pelotón; el resto de las calles no cuenta con semáforos lo suficientemente cerca como para ser tenidos en cuenta en la simulación

5.2 CALIBRACION DE ALTERNATIVA 00

Ahora corregimos los parámetros de comportamiento del usuario y el rango de velocidad que se adecua a la intersección.

El parámetro con el que vamos a calibrar el modelo es longitud de cola sobre las calles más importantes en la intersección.

En el menú "Base Data" ingresamos a la opción "Driving Behaviors" (figura 42), comportamiento del usuario se modifica las variables que refieren a la agresividad del usuario, ya que por defecto está definido con el comportamiento de usuarios alemanes.

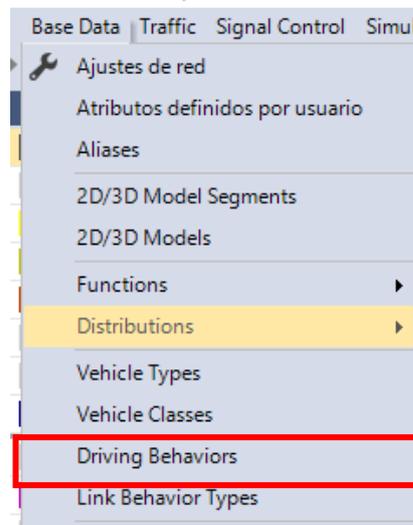


Figura 42, Captura de pantalla Vissim, menu base data, opción comportamiento del usuario.

La agresividad del usuario se define en el software por el modelo de seguimiento Wiedemann 74, que es el adecuado para tráfico urbano y zonas de entrecruzamiento, este modelo de seguimiento "calcula la distancia (d) respecto al vehículo precedente en función de la velocidad del vehículo" [PS, Rafael Gomez, 2018]

Dado que en la intersección no tenía pendiente positiva ni negativa, los vehículos estaban bastante próximos entre sí, es por esto que la variable que responde a la distancia entre los vehículos es bastante reducida respecto a otros trabajos similares.

En la tabla 8 se muestra como se modificaron las variables

Parámetro	Por Defecto	Valor Ajustado
a_x	2,00	0,50
$b_{x add}$	2,00	1,00
$b_{x mult}$	3,00	2,00

Tabla 8, valores por defecto y valores ajustados

Los valores variables se compararon con las variables que se configuraron para modelar el modelo de plaza España (donde tomaron average standstill distance:0.55 additive part of safety distance:1 multiplic. Part of safety distance:2) Figura 43

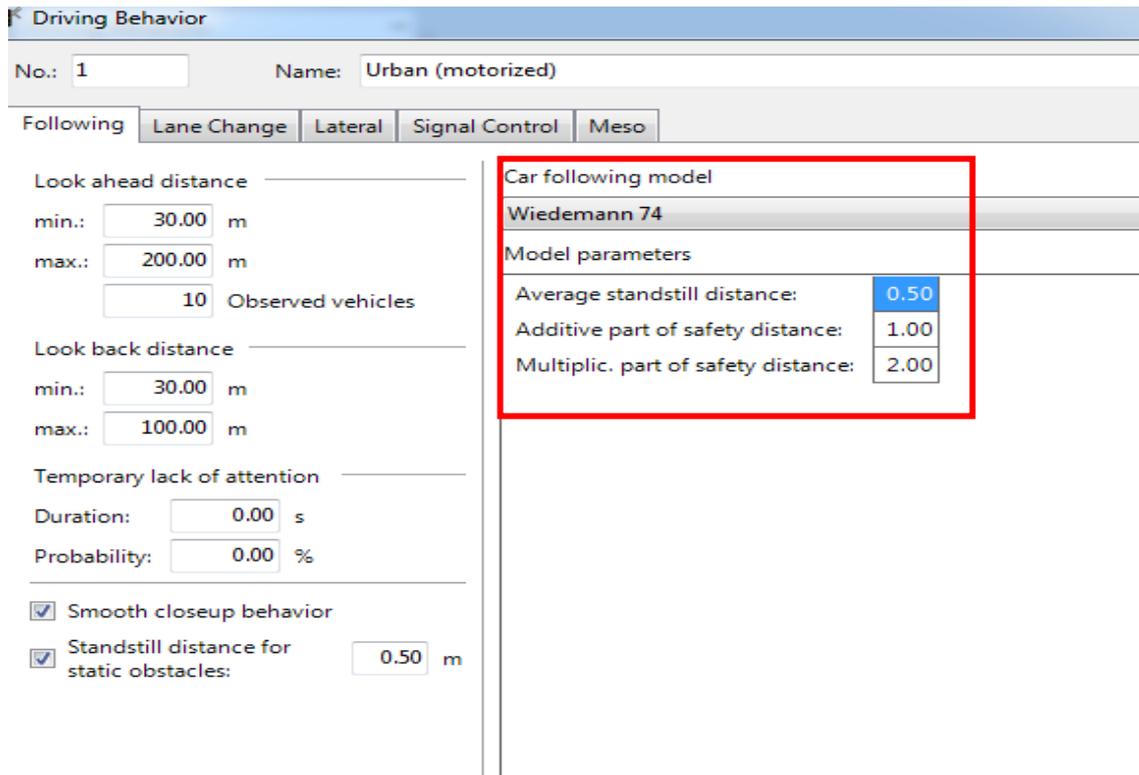


Figura 43, Captura de pantalla Vissim, parametros del modelo de seguimiento.

Luego continuamos configurando la pestaña (figura 44) que maneja las variables de cambio de carril, nos enfocamos en el parámetro que indica la forma de realizar el sobrepaso o cambio de carril, en Vissim tenemos dos tipos de comportamiento, cambio de carril libre o cambio de carril por izquierda. El comportamiento observado fue del tipo “Free lane selection”, es decir que los cambian o adelantan en cualquier parte del carril (muy usual es transito urbano).

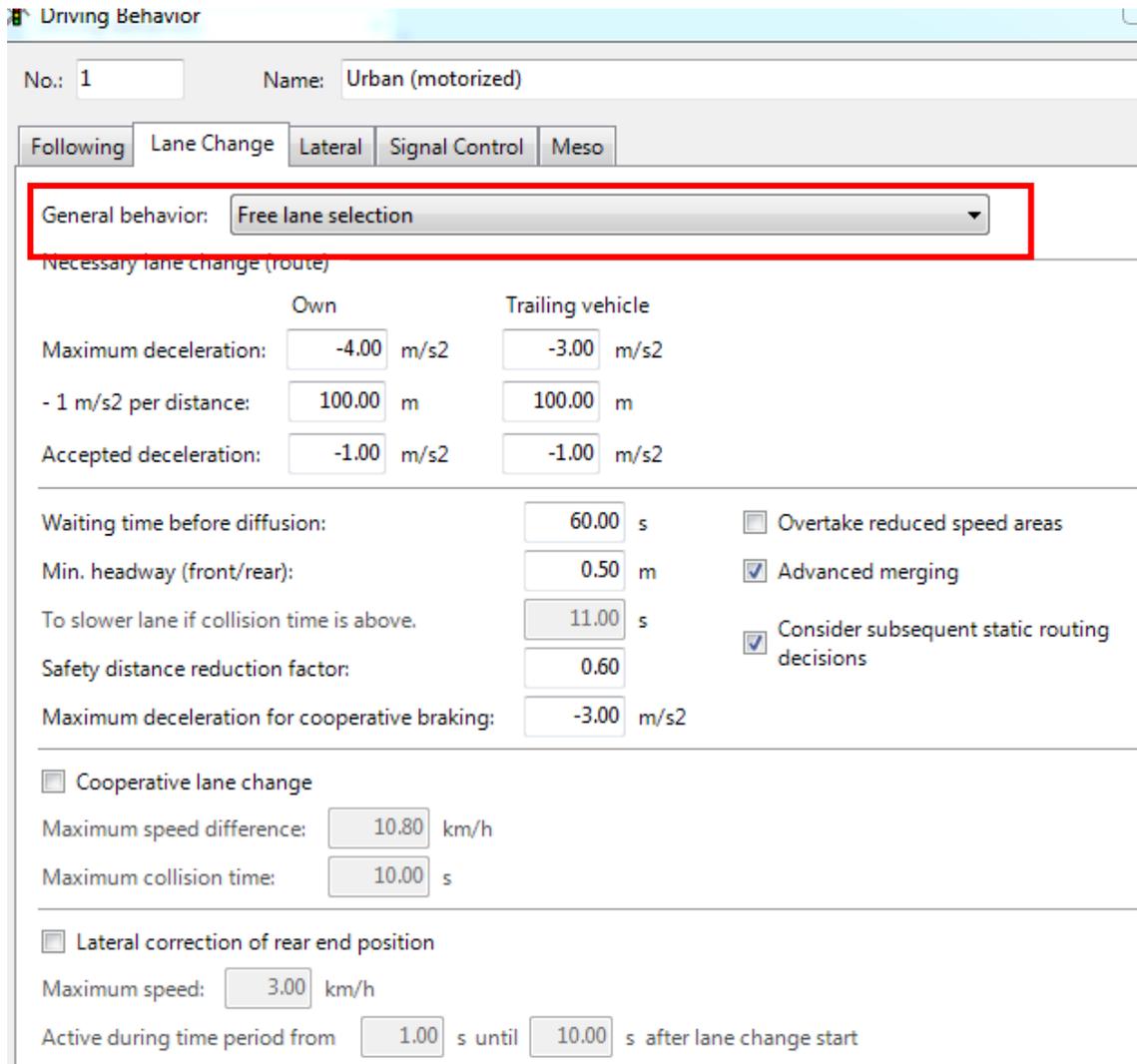


Figura 44, Captura de pantalla Vissim, pestaña cambio de carril.

En la pestaña de “Lateral” (figura 45) “Los parámetros de comportamiento permiten a los vehículos viajar en diferentes posiciones laterales y pueden sobrepasar otros vehículos dentro del mismo carril, siempre y cuando el sobrepaso sea permitido y el ancho de carril suficiente “[Manual Vissim 6].

La posición deseada en flujo libre se consideró como en medio del carril, porque las otras opciones no eran aplicables a la situación.

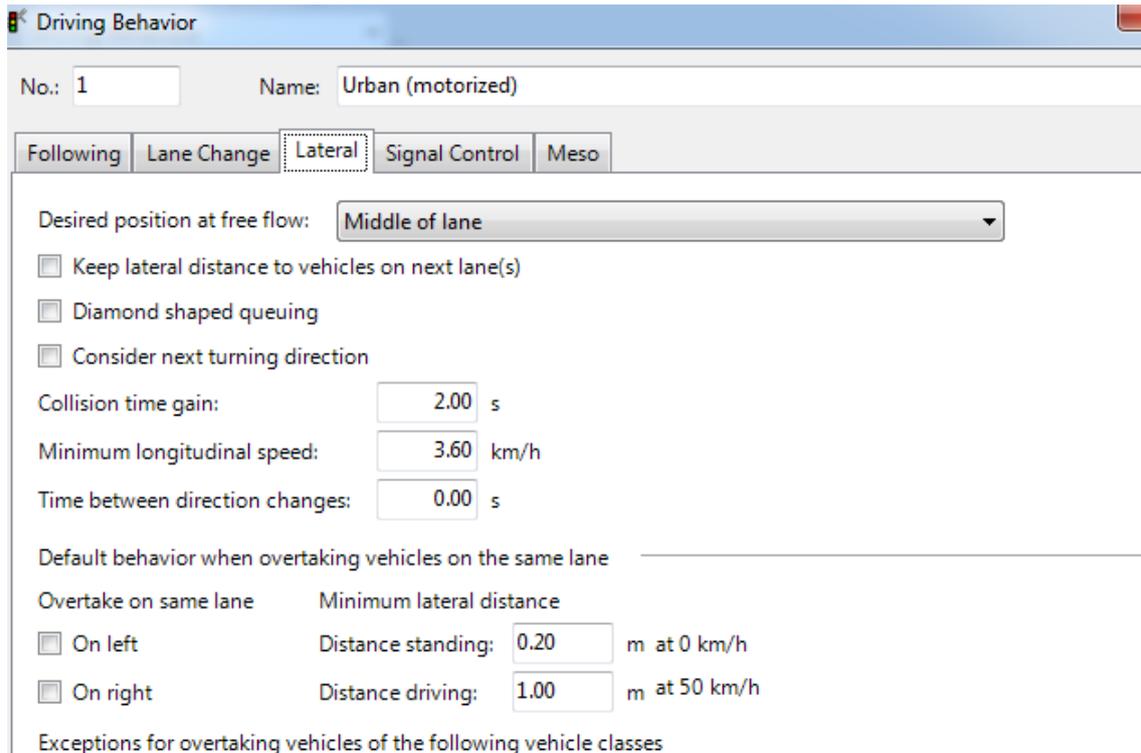


Figura 45, Captura de pantalla Vissim, pestaña comportamiento lateral.

En la pestaña “signal control” (figura 46) el modelo de decisión utilizada fue de revisión continua porque es la que más se adecua al comportamiento de los usuarios ante la luz amarilla, ya que el conductor decide si frenar o no según las condiciones de desaceleración en que llegue a la señal. Y en el comportamiento de a la señal rojo/amarillo es continuar ya que es el comportamiento típico de los usuarios y se constató de las observaciones de campo.

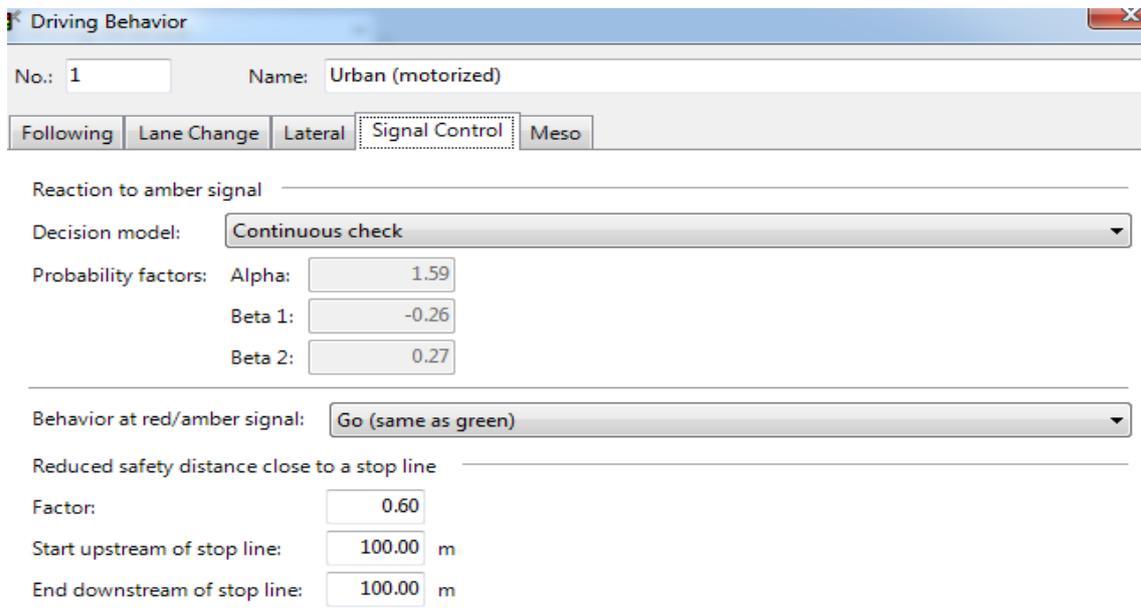


Figura 46, Captura de pantalla de Vissim, pestaña de comportamiento frente a semaforos.

5.2.1 EVALUACION DE ALTERNATIVA 00

Ahora que ya tenemos el modelo cargado y con una pre configuración de las variables mencionadas, se corrió el modelo y se retroalimentó hasta obtener la calibración adecuada. El parámetro para calibrar el modelo fue longitud de cola. Se ajustaron las variables hasta llegar a los números y selección de opciones que se indicaron en el capítulo anterior.

Para evaluar la longitud de colas se colocaron contadores de cola en las calles importantes que se mencionaron antes. En la imagen 47 se ve la ubicación de los contadores.



Figura 47, Captura de pantalla Vissim, ubicación de los contadores de cola en la red modelada.

La nomenclatura de los contadores se detalla en la tabla 9

Contador	Calle	Nomenclatura
1	Ricchieri OE	R OE
2	O`Higgins NS	OH NS
3	O`Higgins SN	ON SN

Tabla 9, Nomenclatura de los contadores de cola.

El contador de cola mide la longitud de cola aguas arriba de la posición del mismo hasta el último vehículo que logra las condiciones para ser considerado dentro de la cola. Nosotros podemos configurar las condiciones en que se considera que un vehículo está en cola indicando la velocidad de inicio y fin, la longitud máxima de cola y si consideramos o no los carriles adyacentes (figura 48), en este caso no, porque nos interesa corroborar la longitud de cola lineal.

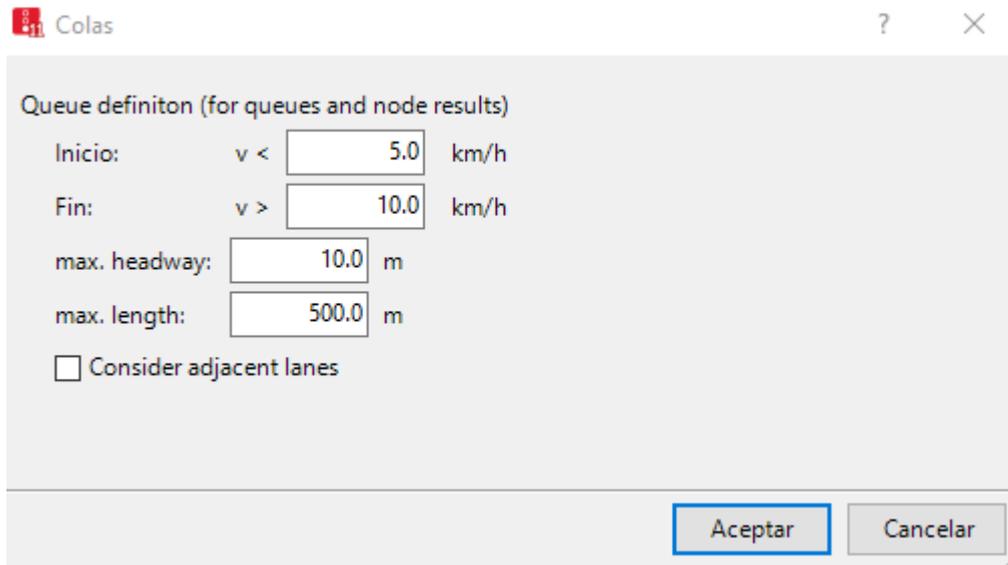


Figura 48, Captura de pantalla de Vissim, parametros para definir inicio y fin de cola.

Los resultados de la evaluación de los contadores de cola en la alternativa 00 se muestran en la tabla 10

Contador	Longitud de Cola Promedio en simulador [m]
R OE	315,71
OH NS	130,21
OH SN	146,52

Tabla 10, Longitud de cola promedio del modelo.

Las longitudes de cola medidas en campo se debieron incrementar un 15% porque las longitudes de cola medidas en ese momento fueron un poco inferior a lo que se esperaba medir, recordemos que estas medidas se tomaron el último día hábil del año (tabla 11).

Calle	Longitud de Cola en campo [m]
R OE	315
OH NS	113
OH SN	115

Tabla 11, Longitud de cola promedio de campo.

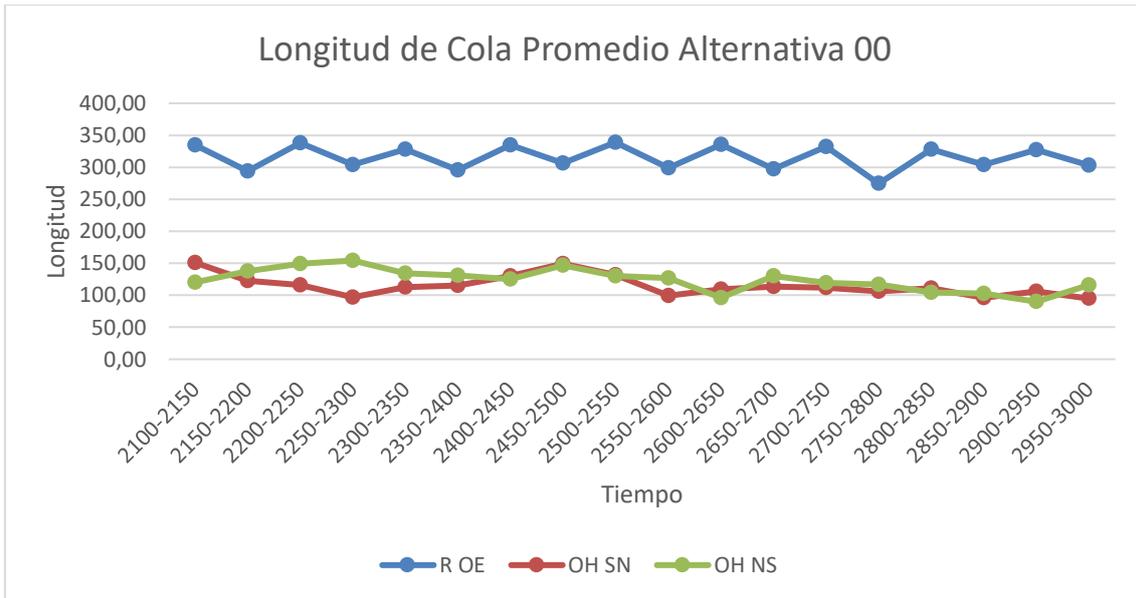


Grafico 4, Longitud de cola promedio alternativa 00

Otra medida para evaluar si la red esta calibrada o no fue corroborar cuantos vehículos arribaban a la intersección. Este dato lo podíamos ver en uno de los resultados de la evaluación de la red (Vehicle Network Performance). Comparación de estos datos en la tabla 12

	Simulación	Campo
Número de vehículos que circularon en 15'	658	667

Tabla 12, Numero de vehiculos que arribaron a la interseccion.

Las variables para evaluar el desempeño del modelo y controlar si las alternativas propuestas presentan una mejora respecto al modelo de la situación actual fueron tomadas de la evaluación del Vehicle Network Performance

Para poder ver estos resultados lo que tenemos que hacer es ir al menú “Evaluación “(figura 49)

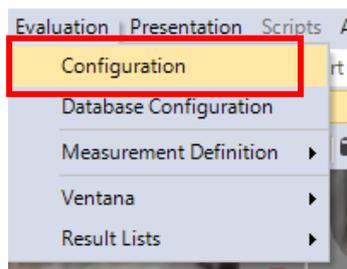


Figura 49, Captura de pantalla Vissim, menu de evaluacion.

Nos aparece una ventana emergente donde configuramos la evaluación que deseamos (figura 50), definimos el intervalo de evaluación y el intervalo de toma de datos. El intervalo fue definido luego de correr el modelo por una hora y quince minutos y ver en

qué momento el modelo entraba en régimen. Se tomaron 15 minutos de evaluación porque los datos de campo fueron tomados en los 15 minutos pico.

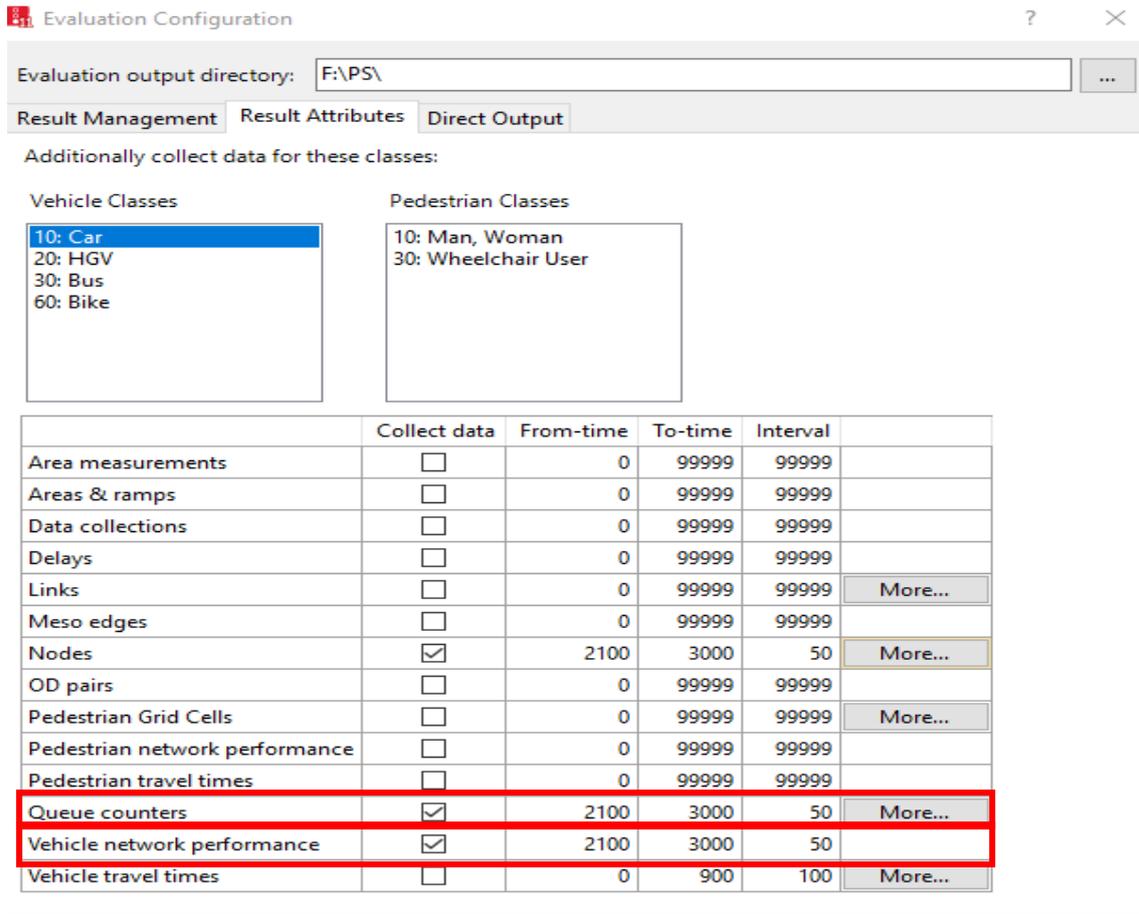


Figura 50, Captura de pantalla Vissim, configuración de la evaluación.

A continuación de la configuración de la evaluación del modelo, se inicia la simulación y vemos las listas de resultados que nos devuelve en la opción de “result lists” (figura 51)

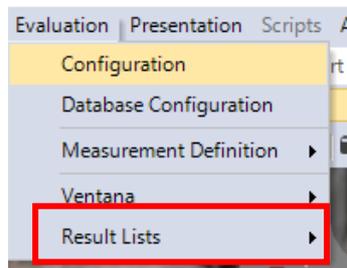


Figura 51, Captura de pantalla Vissim, menu evaluacion, opcion de resultados.

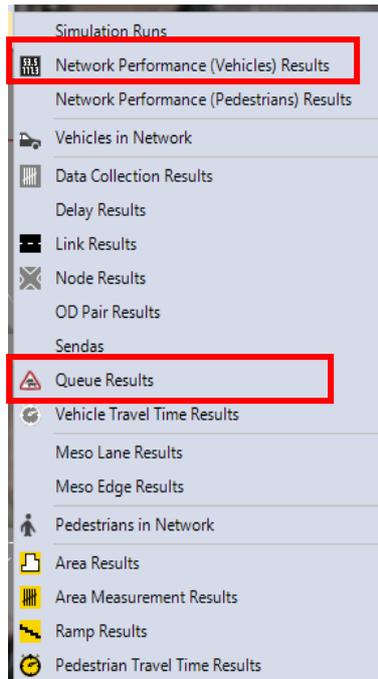


Figura 52, Captura de pantalla Vissim, opciones de menu resultados.

Las variables que fueron relevantes para comprar en los resultados de network performance en este caso fueron:

- Travel time total (tiempo total de viaje): Es el tiempo total de viaje de los vehículos viajando en la red o los que ya han abandonado la red.
- Delay total (Demora total): Es la demora total de todos los vehículos dentro de la red o que ya han abandonado la red.
- Delay stop total (demora detención total): Es el tiempo total donde todos los vehículos están totalmente detenidos.

Los resultados obtenidos en la evaluación de estas variables están en la tabla 13

NETWORK	TRAVTMTOT[s] (15MIN)	DELAYTOT [s] (15MIN)	DELAYSTOPTOT[s] (15MIN)
Alternativa 00	141274,70	113048,23	85110,83

Tabla 13, Resultados del desempeño de la red en la alternativa 00

En función de estos resultados se pondero los resultados de las alternativas propuestas para determinar si estas mejoraban o no.

Para asegurarnos de que los resultados fueran confiables se realizaron 5 corridas de cada simulación y se tomaron las corridas con menor desvío estándar en sus resultados. Podrían haber sido más corridas, pero el tiempo para analizar datos era acotado.

CAPITULO 6

6 DEFINICION DE ALTERNATIVAS Y ANALISIS DE RESULTADOS

Se modelaron y evaluaron las alternativas propuestas por el señor Castillo.

6.1 DEFINICION DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION

En los siguientes sub capítulos se describen en detalle que cambios se aplicaron en cada alternativa de solución, detallando los cambios propuestos en la modificación de cada red. el ciclo semafórico y que resultados obteníamos del desempeño de la red en cada alternativa propuesta respecto al escenario base (alternativa 00).

6.1.1 ALTERNATIVA 01

Se modeló y evaluó la alternativa 01, mantiene la misma oferta en infraestructura (imagen 53), pero busca ampliar la capacidad del semáforo extendiendo el ciclo del semáforo a 100s con 3 fases (se fue variando la longitud del ciclo llevándolo al máximo valor de 120s, pero lejos de mejorar el comportamiento de la intersección empeoraba) y se colocó un semáforo diferido sobre OH NS, lo que elimina el conflicto 1 ya descrito en el capítulo 3.2.

Las variables de comportamiento referidas al comportamiento del usuario y el intervalo de evaluación son los mismos que para la alternativa 00 a los fines de poder comparar los resultados.



Figura 53, Captura de pantalla Vissim, red de alternativa 01

La imagen 54 es un zoom de la intersección para ver la disposición de los semáforos



Figura 54, Captura de pantalla Vissim, detalle de los semáforos incorporados en alternativa 01

En la figura 55 se muestra el reparto de verdes en el ciclo

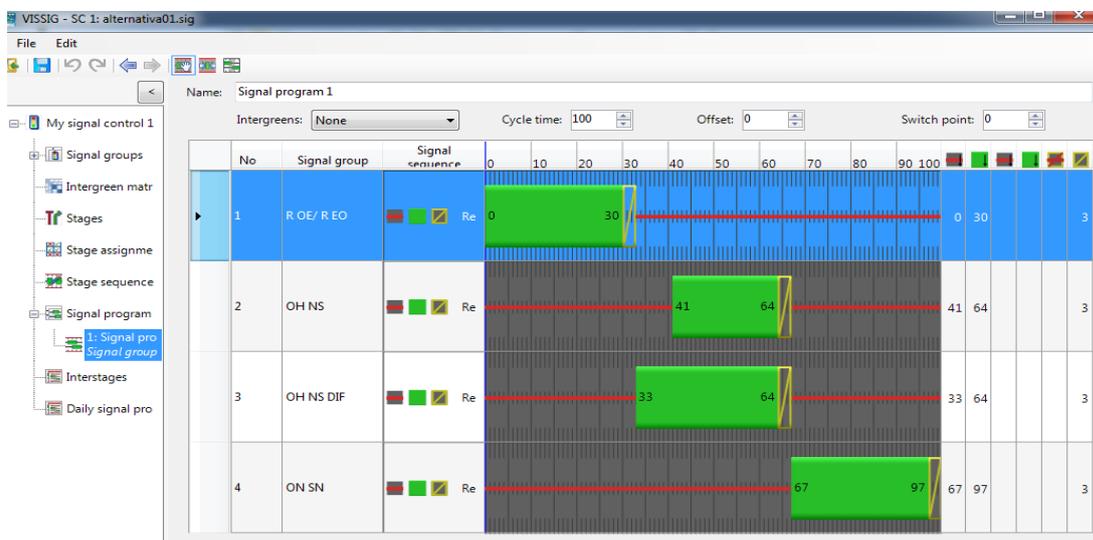


Figura 55, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde.

En la tabla 14 se detalla el ciclo de esta alternativa

CICLO SEMAFORICO Alternativa 01		
CALLE	FASE	TIEMPO[s]
OH NS	Rojo	74
	Amarillo	3
	Verde	23
OH NS dif.	Rojo	66
	Amarillo	3
	Verde	31
OH SN	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30
R OE / R EO	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30

Tabla 14, Ciclo de la alternativa 01

La longitud de las colas con esta alternativa de solución evoluciono como se ven en la tabla 15

Contador	Longitud de Cola Promedio en simulador [m]
R OE	189,66
OH NS	247,79
OH SN	95,13

Tabla 15, Longitud de cola promedio alternativa 01

En el grafico 5 se observa cómo evoluciona la longitud de cola en los 15 min pico, en el mismo intervalo que la alternativa 00.

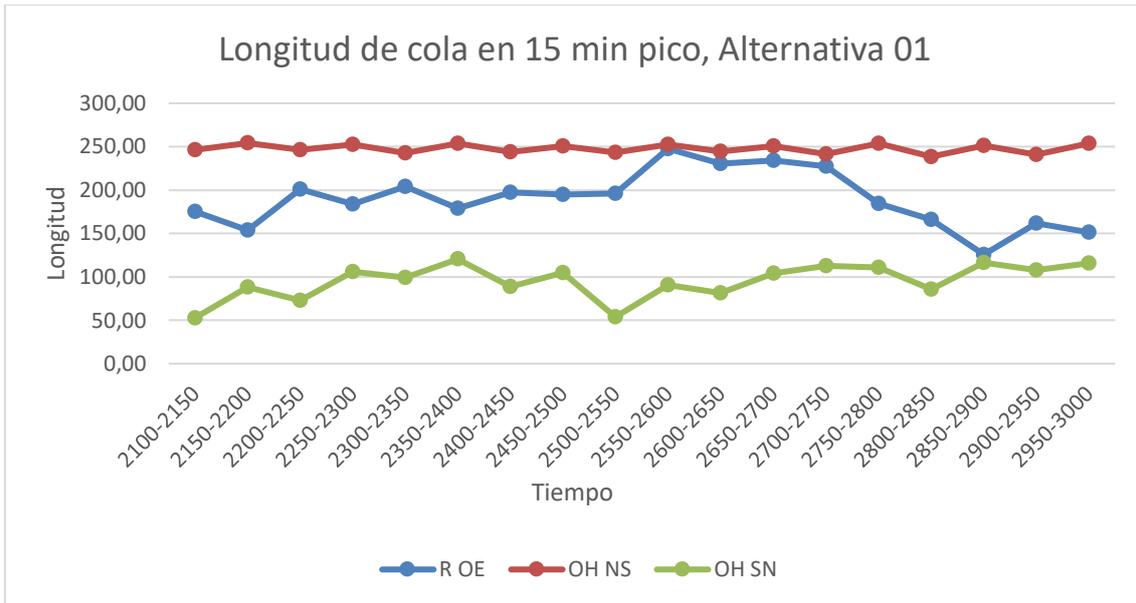


Grafico 5, Longitud de cola promedio alternativa 01

Las medidas de desempeño del Vehicle network performance y su resultado respecto a la alternativa00 modelada se ve en la tabla x

NETWORK	TRAVTMTOT[s] (15MIN)	DELAYTOT [s] (15MIN)	DELAYSTOPTOT[s] (15MIN)
Alternativa 01	152386,14	123489,31	100492,14
Ponderado	-8%	-9%	-18%

Tabla 16, Resultados de la evaluación de desempeño de la red en alternativa 01

Finalmente analizando los resultados, podemos decir que no se obtiene ningún beneficio aplicando esta alternativa

6.1.2 ALTERNATIVA 02

El modelo y evaluación de la alternativa 02 se dejó constancia en este informe a los fines de demostrar que aumentar el número de fases no trae beneficios en este caso.

Esta alternativa mantiene la oferta en infraestructura, pero aumenta la capacidad llevando el ciclo a 100s, mantenemos el semáforo diferido sobre la calle OH NS y agregamos una 4ta fase en el semáforo de la calle R EO (en la situación actual esta calle está en la misma fase que R OE) de esta forma eliminamos el punto de conflicto 2 descrito en el capítulo 3.2 (figura 56)

Esta 4ta fase tiene el tiempo de verde mínimo porque el efecto que produce en el rendimiento de toda la intersección es bastante perjudicial.



Figura 56, Captura de pantalla Vissim, detalle de la red de la alternativa 02

En la figura 57 se muestra el reparto de verde modelado en Vissim.

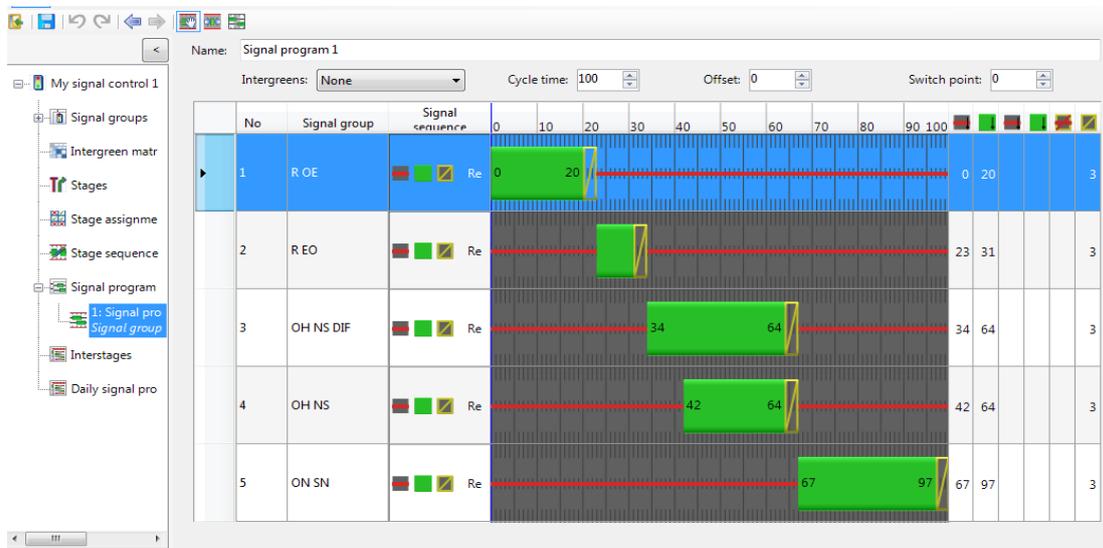


Figura 57, Captura de pantalla Vissim, Reparto de verde alternativa 02

En la tabla 17 se detalla el ciclo de esta alternativa

CICLO SEMAFORICO Alternativa 02		
CALLE	FASE	TIEMPO[s]
OH NS	Rojo	75
	Amarillo	3
	Verde	22
OH NS dif	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30
OH SN	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30
R OE	Rojo	77
	Amarillo	3
	Verde	20
R EO	Rojo	87
	Amarillo	3
	Verde	10

Tabla 17, Ciclo de la alternativa 02

La longitud de las colas con esta alternativa de solución evoluciono como se ven en la tabla 18

Contador	Longitud de Cola Promedio en simulador [m]
R OE	317,6
OH NS	248,82
OH SN	171,79

Tabla 18, Longitud de cola alternativa 02

El desarrollo de la longitud de cola en los 15 min pico, en el grafico 6

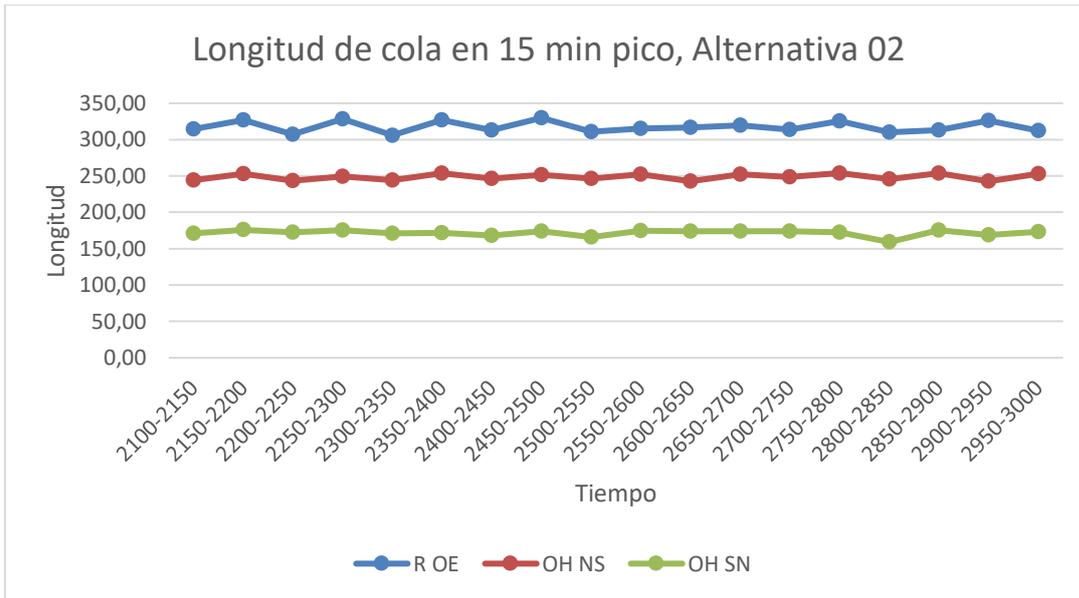


Grafico 6, Longitud de cola promedio alternativa 02

Las medidas de desempeño del Vehicle network performance y su resultado respecto a la alternativa00 modelada se ve en la tabla 19

NETWORK	TRAVTMTOT[s] (15MIN)	DELAYTOT [s] (15MIN)	DELAYSTOPTOT[s] (15MIN)
Alternativa 02	260372,10	235423,68	196983,97
Ponderado	-84%	-108%	-131%

Tabla 19, Resultados de la evaluacion de desempeño de la red alternativa 02

Los resultados son contundentes, esta propuesta no trae ningún beneficio.

6.1.3 ALTERNATIVA 03

En la alternativa 03 se aumentó la capacidad de la infraestructura incrementando el número y ancho de los carriles sobre la calle R OE, ya que el ancho de la calle nos permite generar dos carriles de 3.10m (en sentido OE) y el tercer carril de 3.10m (en sentido EO) esta intervención comienza desde la rotonda de santa marta hasta el semáforo actual. Mantenemos el semáforo diferido sobre la calle OH NS, el ciclo de 100s y 3fases en la misma disposición que la actual.

La figura 58 muestra la configuración de la zona a intervenir.



Figura 58, Captura de pantalla Vissim, detalle de la red de alternativa 03

En la imagen 59 se muestra el reparto de verdes en el ciclo modelado en Vissim

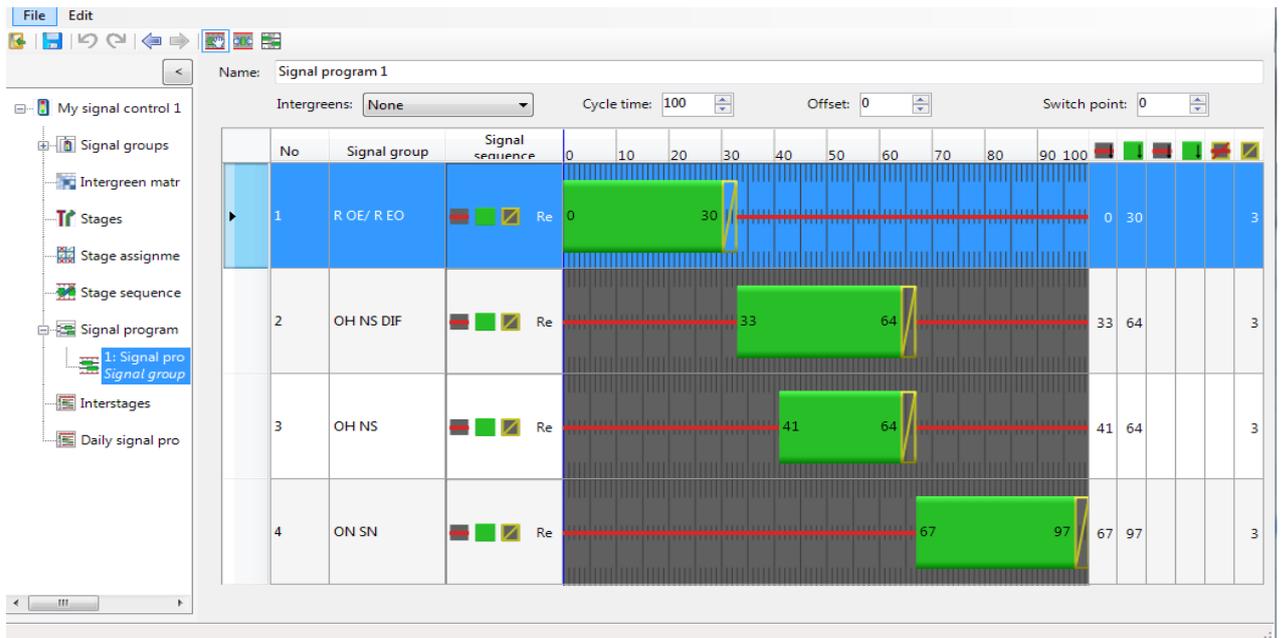


Figura 59, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde alternativa 03

En la tabla 20 se detalla el ciclo de esta alternativa.

CICLO SEMAFORICO Alternativa 03		
CALLE	FASE	TIEMPO[s]
OH NS	Rojo	74
	Amarillo	3
	Verde	23
OH NS dif.	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30
OH SN	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30
R OE / R EO	Rojo	67
	Amarillo	3
	Verde	30

Tabla 20, Ciclo de alternativa 03

La longitud de las colas con esta alternativa de solución evoluciono como se ven en la tabla 21

Contador	Longitud de Cola Promedio en simulador [m]
R OE	24,01
OH NS	106,89
OH SN	84,38

Tabla 21, Longitud de cola promedio alternativa 03

El desarrollo de la longitud de cola en los 15 min pico, en el grafico 7

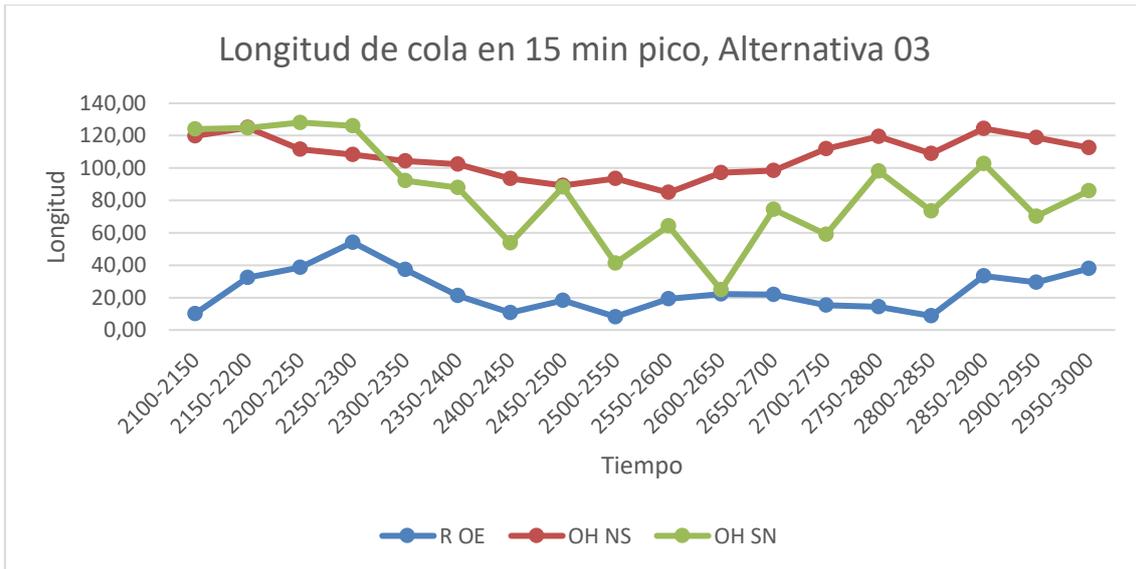


Grafico 7, longitud de cola promedio en alternativa 03

Las medidas de desempeño del Vehicle network performance y su resultado respecto a la alternativa00 modelada se ve en la tabla 22

NETWORK	TRAVTMTOT[s] (15MIN)	DELAYTOT [s] (15MIN)	DELAYSTOPTOT[s] (15MIN)
Alternativa 03	98753,60	68461,74	52880,94
Ponderado	30%	39%	38%

Tabla 22, Resultados de la evaluacion de desempeño de la red alternativa 03

Con esta propuesta las medidas de desempeño muestran una mejora notable.

6.1.4 ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 implica un cambio en la oferta de la infraestructura importante los cambios a implementar son:

- a) Se elimina la rotonda tal y como existe hoy.
- b) Transformar a Ricchieri OE en una calle de sentido único con 3 carriles desde la rotonda en calle santa marta.
- c) El tercer carril de Ricchieri será exclusivo para giros a la izquierda, con un semáforo en tiempo diferido en la misma fase que Ricchieri OE.
- d) Desvió de los giros a la izquierda de OH NS en la calle Alonzo de Alfaro para incorporarse en Ricchieri.
- e) Se prohíben los giros a la izquierda en O'Higgins NS y ahora comparte fase con O'Higgins SN.
- f) Se prohíben los giros a la izquierda en O'Higgins SN.
- g) Se plantea un intercambiador a nivel para permitir los giros a la izquierda de las calles O'Higgins SN y Ricchieri EO.
- h) La calle Ricchieri EO ahora comparte fase con Ricchieri OE y se le prohíben los giros a la izquierda.
- i) La calle Celso Barrios EO tiene continuidad hasta el centro de la intersección y tiene su propia fase en el ciclo del semáforo.

- j) Los giros a la izquierda de O'Higgins SN hacia Ricchieri EO y el movimiento pasante de Ricchieri EO ahora se continúan por O'Higgins SN hasta el semáforo que permite el giro a la izquierda en la calle Argañarás y Murgia.

En lo que respecta a los cambios en los semáforos ahora tenemos dos grupos de semáforos:

- a) Grupo1: ciclo de 80s, 3 fases con fase diferida para el giro a la izquierda en Ricchieri OE. Esquema de distribución de las fases en la nueva propuesta, figura 60



Figura 60, Captura de pantalla Vissim, detalle de grupo 1 de semaforos

Esquema de las fases en figura 61

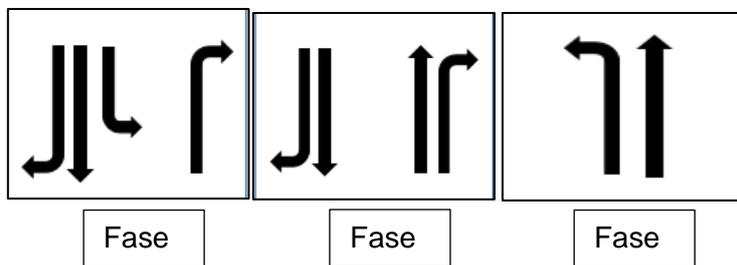


Figura 61, Detalle de los movimientos por fase

La tabla 23 resume el reparto de verde en el grupo 1 de semáforos.

Grupo 1	CICLO SEMAFORICO Alternativa 1		
	CALLE	FASE	TIEMPO[s]
Fase 1	R OE dif.	Rojo	90
		Amarillo	0
		Verde	10
	R OE / R EO	Rojo	55
		Amarillo	3
		Verde	22
	R EO dif.	Rojo	65
		Amarillo	3
		Verde	12
Fase 2	OH NS/ OH SN	Rojo	49
		Amarillo	3
		Verde	28
Fase 3	CB EO	Rojo	56
		Amarillo	3
		Verde	21

Tabla 23, Ciclo de alternativa 1, grupo 1 de semaforos

- b) Grupo 2: ciclo de 80s, 2 fases. Sobre O`Higgins SN (fase 1), tenemos 3 carriles en donde dos permiten el giro a la izquierda (el central permite giro a la izquierda y pasante) además de permitir el acceso al centro comercial Easy a la derecha. La fase 2 corresponde al movimiento pasante de O`Higgins NS con el acceso al centro comercial Easy con su dársena. (figura 62)



Figura 62, Captura de pantalla Vissim, detalle de grupo 2 de semaforo

Se ilustra el esquema de las fases en la figura 63

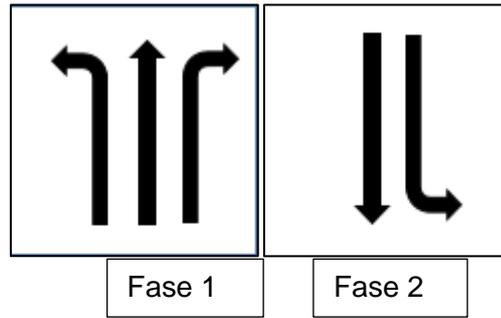


Figura 63 Detalle de los movimientos por fase

La tabla 24 resume el reparto de verde en el grupo 2 de semáforos.

Grupo 2	CICLO SEMAFORICO Alternativa 1		
	CALLE	FASE	TIEMPO[s]
Fase 1	OH NS	Rojo	48
		Amarillo	3
		Verde	29
Fase 2	OH SN	Rojo	27
		Amarillo	3
		Verde	50

Tabla 24, Ciclo de alternativa 1, grupo 2 de semáforo

Se propone que el semáforo de salida del centro comercial sea accionado por el tránsito, pero el cálculo de este excede el alcance de esta práctica supervisada.

- c) Grupo 3: ciclo de 80s, 2 fases, permite el ingreso al centro comercial Easy desde Celso Barrios EO (figura 64)



Figura 64, Captura de pantalla ViSSIM, detalle de grupo 3 de semáforo

Se ilustra el esquema de las fases en la figura 65

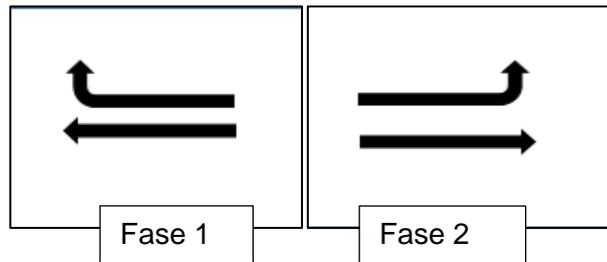


Figura 65 Detalle de los movimientos por fase

La tabla 25 resume el reparto de verde en el grupo 3 de semáforos.

Grupo 3	CICLO SEMAFORICO Alternativa 1		
	CALLE	FASE	TIEMPO[s]
Fase 1	CB EO	Rojo	23
		Amarillo	0
		Verde	57
Fase 2	CB OE	Rojo	56
		Amarillo	3
		Verde	21

Tabla 25 Ciclo de alternativa 1, grupo 3 de semáforo

Se propone que el semáforo de salida del centro comercial sea accionado por el tránsito, pero el cálculo de este excede el alcance de esta práctica supervisada.

El reparto de verde modelado en Vissim, figura 66

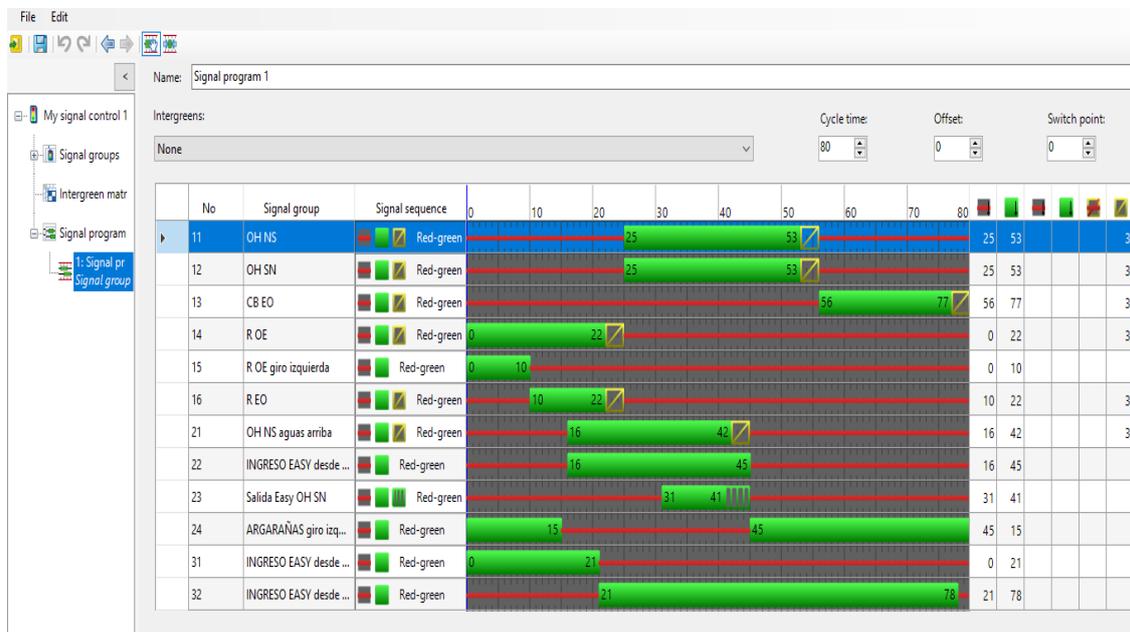


Figura 66, Captura de pantalla Vissim, reparto de verde alternativa 1

En la imagen 67 se muestra la red de la alternativa 1 completa



Figura 67, Captura de pantalla Vissim, ubicación de los grupos de semáforos en alternativa 1

Las rutas de la alternativa 1 cambiaron, se adjuntan estas en el anexo.

La figura 68 hace un zoom del detalle de la intersección.



Figura 68, Captura de pantalla Vissim, detalle de la ubicación de los semáforos

La longitud de las colas con esta alternativa de solución evoluciona como se ven en la tabla 26

Contador	Longitud de Cola Promedio en simulador [m]
R OE	23,5
OH NS	0
OH SN	10,26

Tabla 26, Longitud de cola promedio en alternativa 1

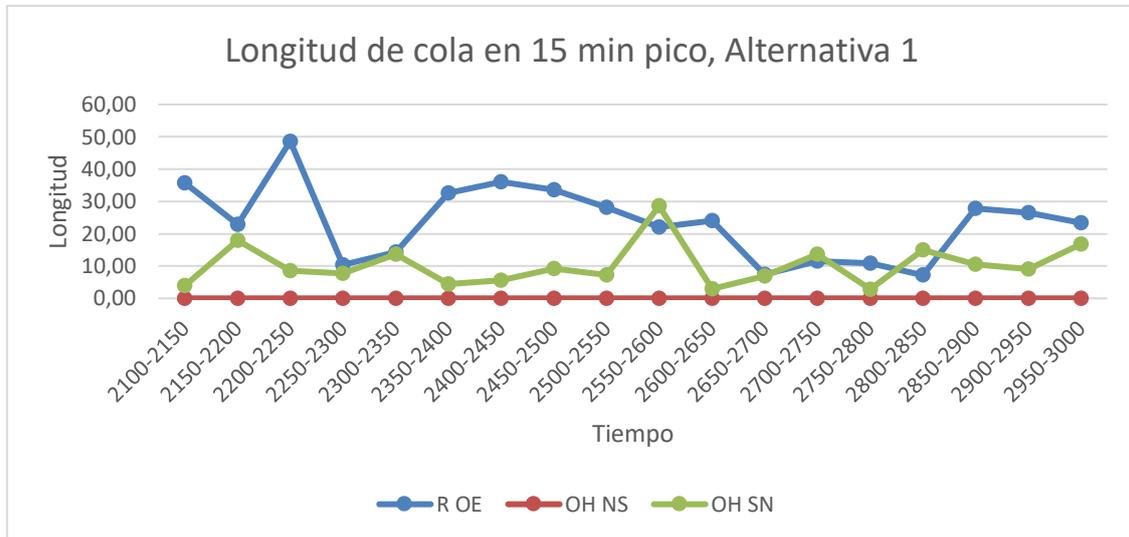


Grafico 8, Longitud de cola promedio en alternativa 1

Las medidas de desempeño del Vehicle network performance y su resultado respecto a la alternativa00 modelada se ve en la tabla 27

NETWORK	TRAVTMTOT[s] (15MIN)	DELAYTOT [s] (15MIN)	DELAYSTOPTOT[s] (15MIN)
Alternativa 1	61672,40	27259,15	19203,07
Ponderado	56%	76%	77%

Tabla 27, Resultados de evaluacion de desempeño de la red alternativa 1

Las medidas de desempeño con esta propuesta mejoran notablemente.

6.2 GRADO DE SATURACION

Se calculó el grado de saturación de la intersección en la situación actual y como variaba el mismo según las alternativas de solución propuestas.

6.2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

Se realizaron los cálculos según la metodología del manual de capacidad. La tasa de flujo de saturación (S) se determinó de datos de campo, con las filmaciones de los 15 min pico en las calles O'Higgins NS, O'Higgins SN y Ricchieri OE, también se hizo el cálculo teórico para constatar si lo medido en campo era aproximado o no, se encontró de las diferencias entre ellos eran menores al 4%.

En las calles donde no se pudieron tomar datos con las cámaras se hicieron los cálculos teóricos. Las planillas de cálculos se adjuntan en los anexos.

En la tabla 29 se muestran los datos utilizados y el resultado del grado de saturación de la intersección, considerando solo los movimientos principales como indica la metodología

	ALT 00		
Calle	OH NS(F1)	OH SN(F2)	R OE (F3)
Vol Horario	880	700	580
Flujo pico	206	164	136
FHP	0,936	0,936	0,936
S	2969	2882	2357

	Capacidad (c)		
Perdidas	6	6	6
Amarillo	3	3	3
Verde	25	26	20
Rojo	54	53	57
C	80	80	80
gi	22	23	17
c	816	829	501

	Grado de Saturación		
v	940	748	620
v/s	0,32	0,26	0,26
Xi	1,15	0,90	1,24
X GRAD.SAT	1,09		

Tabla 28, Grado de saturación alternativa 00

El grado de saturación en la situación actual nos indica que esta sobre saturada en casi un 10% a nivel intersección y el grado de saturación de los grupos de carriles en las calles O'Higgins NS y Ricchieri OE se ven sobre saturadas en más de un 10%.

6.2.2 COMPARACION DE ALTERNATIVAS

En las tablas 31,32 y 33 se ve como cambio la tasa de flujo de saturación, la capacidad de cada grupo de carriles, el índice de saturación de los mismo y el grado de saturación de la intersección.

ALT 01			
Calle	OH NS(F1)	OH SN(F2)	R OE (F3)
Vol Horario	880	700	580
Flujo pico	206	164	136
FHP	0,936	0,936	0,936
S	2969	2882	2357
Capacidad (c)			
Perdidas	6	6	6
Amarillo	3	3	3
Verde	31	30	30
Rojo	54	53	57
C	100	100	100
gi	28	27	27
c	831	778	636
Grado de saturación			
v	940	748	620
v/s	0,32	0,26	0,26
Xi	1,13	0,96	0,97
X GRAD.SAT	1,02		

Tabla 29, Grado de saturacion alternativa 01

ALT 02				
Calle	OH NS(F1)	OH SN(F2)	R OE (F3)	R OE (F4)
Vol Horario	880	700	580	232
Flujo pico	206	164	136	58
FHP	0,936	0,936	0,936	0,936
S	2969	2882	2357	2357
Capacidad (c)				
Perdidas	6	6	6	6
Amarillo	3	3	3	3
Verde	30	30	20	10
Rojo	67	67	77	87
C	100	100	100	100
gi	27	27	17	7
c	802	778	401	165
Grado de saturación				
v	940	748	620	248
v/s	0,32	0,26	0,26	0,11
Xi	1,17	0,96	1,55	1,50
X GRAD.SAT	1,24			

Tabla 30, Grado de saturacion alternativa 02

ALT 03			
Calle	OH NS(F1)	OH SN(F2)	R OE (F3)
Vol Horario	880	700	580
Flujo pico	206	164	136
FHP	0,936	0,936	0,936
S	2969	2882	3331
Capacidad (c)			
Perdidas	6	6	6
Amarillo	3	3	3
Verde	30	30	30
Rojo	54	53	57
C	100	100	100
gi	27	27	27
c	802	778	899
Grado de saturación			
v	940	748	620
v/s	0,32	0,26	0,19
Xi	1,17	0,96	0,69
X GRAD.SAT	0,93		

Tabla 31, Grado de saturacion alternativa 03

ALT 1			
Calle	F1	F2	F3
Vol Horario	792	788	415
Flujo pico	206	164	136
FHP	0,936	0,936	0,936
S	3337	4997	3410
Capacidad (c)			
Perdidas	6	6	6
Amarillo	3	3	3
Verde	28	22	21
Rojo	52	58	59
C	80	80	80
gi	25	19	18
c	1043	1187	767
Grado de saturación			
v	846	842	443
v/s	0,25	0,17	0,13
Xi	0,81	0,71	0,58
X GRAD.SAT	0,71		

Tabla 32, Grado de saturacion alternativa 1

6.3 ANALISIS DE RESULTADOS

Se expone a continuación los resultados de todas las evaluaciones de las alternativas propuestas en comparación con la alternativa 00 ponderando los resultados respecto a esta.

El análisis de resultados deja en evidencia que la mejor manera de dar una solución pronta a la problemática que presenta hoy la intersección de demoras y congestión según los resultados del simulador es realizando una leve intervención como se plantea en la alternativa 03. La alternativa 02 se había descartado en un principio luego de observar que los resultados demostraban que no generaba ningún beneficio, pero se dejó constancia de los resultados en este informe a los fines de demostrar que extender el ciclo y aumenta el número de fases lejos de brindar una mejora solo logra desmejorar aún más el desempeño de esta intersección donde concluye tanto volumen vehicular debido a que es un polo atractor de viajes y por su ubicación estratégica cercana a la salida de circunvalación.

Como un siguiente paso y para aumentar notablemente la capacidad de la intersección, eliminar por completo los puntos de conflictos existentes en la zona y previendo que van a ser mayor el número de viajes que van a concluir en la zona por la inauguración y funcionamiento del CPC, sería la mejor opción aplicar la alternativa 1 ya que al menos en el simulador respecto a la alternativa 00 las medidas de desempeño que se refieren a tiempos de viajes y de demora disminuyen en más de un 70%, pero debería realizarse el correspondiente análisis económico que es este caso excede a los tiempos en que se realiza una práctica supervisada.

La tabla 28 es un resumen del porcentaje de mejora o no de las alternativas de solución respecto de la alternativa 00 que como ya aclaramos en la situación inicial.

NETWORK	Tiempo de viaje total (15MIN)	%MEJORA	Demora total (15MIN)	%MEJORA	Demora en detención (15MIN)	%MEJORA	Vehículos que arribaron (15MIN)
Alternativa 00	141274,70	0,0%	113048,23	0,0%	85110,83	0,0%	658
Alternativa 01	152386,14	-7,9%	123489,31	-9,2%	100492,14	-18,1%	654
Alternativa 02	260372,10	-84,3%	235423,68	-108,3%	196983,97	-131,4%	579
Alternativa 03	98753,60	30,1%	68461,74	39,4%	52880,94	37,9%	689
Alternativa 1	61672,40	56,3%	27259,15	75,9%	19203,07	77,4%	723

Tabla 33, Resumen y comparación del desempeño de la red de las alternativas, respecto a la situación actual.

Los resultados con respecto al grado de saturación son similares a lo que se concluyó con las evaluaciones de la simulación del modelo (tabla 34).

Alternativa	%Mejora
Alternativa 00	0%
Alternativa 01	5%
Alternativa 02	-15%
Alternativa 03	14%
Alternativa 1	34%

Tabla 34, ponderado del grado de saturación de cada alternativa respecto a la situación inicial.

Se visualiza que para mejorar el rendimiento de la intersección se deben implementar los cambios sugeridos en la alternativa 03.

Mientras que la alternativa 1 ahora parece estar sobre dimensionada, pero previendo un futuro aumento de la tasa de motorización y que la zona de Jokey Club crezca como centro atractor de viajes, la gran intervención que implica esta obra se verá justificada.

7 CONCLUSIONES

En este capítulo expondremos las conclusiones de los distintos aspectos del trabajo.

7.1 CONCLUSIONES RESPECTO AL PROYECTO

La principal conclusión respecto del proyecto es que tanto el tutor externo como otros miembros de la Dirección de Tránsito han aprobado las soluciones aquí propuestas, por lo que podemos concluir que se ha cumplido el objetivo general del trabajo respecto de proponer mejoras en la intersección en cuestión.

Se destaca que del total de tiempo de trabajo (210 horas) la mayor parte del tiempo se ha dedicado al aprendizaje y uso del modelo de simulación (170 horas), luego una parte importante se ha dedicado al relevamiento y sistematización de los datos de campo (40 horas) y el resto se ha dedicado a la escritura y a reuniones con los tutores. Esto evidencia como conclusión que el uso de software de micro simulación requiere de un intenso volumen de datos y tiempo para su montaje y calibración, además de profesionales especializados en la herramienta. Para realizar estos trabajos en la actualidad, se emplean simuladores como el que utilizamos (PTV Vissim 8) porque permiten visualizar el comportamiento de la intersección con las modificaciones propuestas ya sea modificando el ciclo semafórico, modificando la red (modificando el ancho o número de carriles, realizando intervenciones a desnivel, etc.) y de esa forma visualizar el impacto que se puede causar a través de la animación y los resultados de evaluación que nos devuelve.

Con respecto a los parámetros que se ajustaron en el modelo del comportamiento del usuario el autor noto que la sensibilidad al ajuste de los mismos era muy alta, porque cuando se estaba modificando las variables, cambios de +/- 5cm cambiaban de manera drástica el parámetro de calibración que era longitud de cola. Esta parte del proyecto fue de las que más tiempo y dedicación requirió dado que a pesar de haber estudiado previamente el uso y funcionamiento del simulador para llevar a cabo la tarea, a la hora de ajustar las variables era donde se iba notando la sensibilidad del programa.

Se puede mencionar como una limitación del trabajo que dado el tiempo y el momento en que se pudieron realizar los relevamientos no se pudieron realizar tomas de datos como encuestas de origen y destino para tener una visión más amplia de las necesidades de los usuarios. Debido al tiempo acotado que teníamos para realizar los relevamientos eso provoco que el trabajo fuera más planificado y tratamos de que fuera lo más completo posible, por lo que se sugeriría realizar nuevamente relevamientos en otro momento del año para verificar que los datos no difieran tanto o ajustarlos en caso de ser necesario y ver si hay cambios significativos en los resultados aquí planteados.

La alternativa de solución a implementar más factible desde municipalidad sería la alternativa 03 (alternativa que consiste en ampliar la capacidad de la calle Ricchieri OE, con dos carriles dos cuadras antes de la intersección, colocar un semáforo diferido sobre la calle O'Higgins NS para eliminar el punto de conflicto 1 con la rotonda y extender el ciclo del semáforo a 100s con 3 fases) ya que con una intervención de bajo costo respecto a la alternativa 1 (faltan los respectivos análisis económicos de estas alternativas que exceden al objetivo de esta práctica), se observaría una mejora apreciada por los usuarios, pero también se deberá exponer los resultados al centro vecinal del barrio ya que ellos tienen determinadas exigencias sobre las soluciones propuestas como que no se altere el uso del suelo porque no desean que se extienda aún más la zona comercial/ gastronómica que está viviendo en la actualidad el barrio.

La alternativa 1 generaría un impacto muy beneficioso con respecto a la capacidad de la intersección, disminuyendo notablemente parámetros como el tiempo de viaje de los usuarios y las demoras, pero los vecinos pueden oponer resistencia a la aplicación de

la misma por el cambio de circulación y la intensidad de tráfico que tendrán algunas calles internas.

Quedará como objetivo verificar el funcionamiento de las alternativas de solución factibles y de ser necesario implementar los cambios necesarios para poder aplicar la solución lo más óptima al caso.

7.2 CONCLUSIONES GENERALES

Realizar la práctica supervisada nos permite incorporarnos al ambiente laboral de una forma en que se puede tomar magnitud de las responsabilidades que afrontaremos, las múltiples dificultades que afrontaremos, como tratar de hacer y resolver los problemas lo mejor posible con el tiempo acotado que se dispone. También nos dio la oportunidad de realizar un trabajo en equipo con otros profesionales del área y ver como se abordan estas problemáticas en un trabajo real.

El autor concluyo que hubiera sido otra la dinámica de trabajo si durante el cursado de la carrera de grado su hubiera trabajado con algún simulador, por lo que recomienda que se incorpore el uso de esta herramienta al menos en nociones básicas sobre el funcionamiento porque es muy amplia la gama de problemas que puede resolver con simuladores como estos, en particular Vissim por su modelo de flujo de tráfico.

Se valora mucho la experiencia adquirida durante la práctica supervisada, el aprendizaje consolidado en esta área, las aptitudes puestas en práctica que seguro será útil para el futuro profesional.

CAPITULO 8

8 ANEXOS

PLANILLAS DE RELEVAMIENTO, TURNO MAÑANA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA-F.C.E.F.y.N.
CENSO DE VOLUMEN Y COMPOSICIÓN VEHICULAR

Intersección: _____
Calle: _____
Sentido: N-S

Operador: _____
Fecha: _____
Hora: _____
Clima: _____

Hora	Ciclo Nº	Autos	Pickups Traffic	Omnibus	Biciclos	Observaciones
	1	(15)	☐L	7		
7:59	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
8:00	8					
8:00	9					
	10					
	11					
	12					
8:00	13					
	14					
	15					

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA-F.C.E.F.y.N.
CENSO DE VOLUMEN Y COMPOSICIÓN VEHICULAR

Intersección: _____
Calle: _____
Sentido: _____

Operador: _____
Fecha: 7/12
Hora: _____
Clima: _____

Hora	Ciclo Nº	Autos	Pickups Traffic	Omnibus	Biciclos	Observaciones
7:15	1	(15)	☐L	7		
7:15	2					
7:18	3					
	4					
	5					
	6					
7:23	7					
	8					
	9)
	10					
	11					
7:30	12					
	13					
	14					
	15					

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA-F.C.E.F.y.N.
CENSO DE VOLUMEN Y COMPOSICIÓN VEHICULAR

Intersección _____
 Calle _____
 Sentido _____

Operador _____
 Fecha _____
 Hora _____
 Clima _____

Hora	Ciclo Nº	Autos	Pickups Traffic	Omnibus	Biciclos	Observaciones
	1	(15)	20	7		
7:35	2		15		1	
	3		16	1	11	
	4		15	1	11	
	5		16		11111	
	6		18	1	11	
	7		22	1		
	8		20		11111	
	9		21		11	
	10		25		11111	
7:43	11		18	1	1111	
	12		15		111	
	13		14	11	111	
	14		20		111	
	15		16		111	

CAPTURAS DE PANTALLA COMPLEMENTARIAS DEL SIMULADOR PARA CONFIGURAR LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION 00,01,02,03

Vehicle Compositions / Relative Flows

Select layout...

Count: 4	No	Name
1	1	OH SN
2	2	OH NS
3	3	Richhieri
4	4	Celso Barrio

Count: 4	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	60: 60 km/h	0,908
2	200: HGV	40: 40 km/h	0,002
3	300: Bus	40: 40 km/h	0,009
4	600: motocicleta	40: 40 km/h	0,081

Vehicle Compositions / Relative Flows

Select layout...

Count: 4	No	Name
1	1	OH SN
2	2	OH NS
3	3	Richhieri
4	4	Celso Barrio

Count: 3	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	40: 40 km/h	0,893
2	300: Bus	40: 40 km/h	0,047
3	600: motocicleta	40: 40 km/h	0,047

Vehicle Compositions / Relative Flows

Select layout...

Count: 4	No	Name
1	1	OH SN
2	2	OH NS
3	3	Richhieri
4	4	Celso Barrio

Count: 1	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	60: 60 km/h	1,000

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count: 5	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes
1	1		1: O Higgins NS E	4,516	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2		12: Richhieri EO E	5,379	<input checked="" type="checkbox"/>
3	3		10: O Higgins SN E	4,495	<input checked="" type="checkbox"/>
4	4		6: Richhieri OE E	7,066	<input checked="" type="checkbox"/>
5	5		3: Celso Barrios EO E	6,453	<input checked="" type="checkbox"/>

Count: 4	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	2	1	5: Celso...	181,604	0,160	
2	2	2	2: O Hi...	195,891	0,220	
3	2	3	8: Richh...	293,256	0,570	
4	2	4	9: Celso...	257,169	0,020	

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count: 5	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes
1	1		1: O Higgins NS E	4,516	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2		12: Richhieri EO E	5,379	<input checked="" type="checkbox"/>
3	3		10: O Higgins SN E	4,495	<input checked="" type="checkbox"/>
4	4		6: Richhieri OE E	7,066	<input checked="" type="checkbox"/>
5	5		3: Celso Barrios EO E	6,453	<input checked="" type="checkbox"/>

Count: 5	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	3	1	13: Rich...	184,261	0,015	
2	3	2	5: Celso...	186,458	0,077	
3	3	3	2: O Hi...	220,755	0,423	
4	3	4	8: Richh...	315,057	0,423	
5	3	5	9: Celso...	265,665	0,063	

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes
1	1		1: O Higgins NS E	4,516	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2		12: Richhieri EO E	5,379	<input checked="" type="checkbox"/>
3	3		10: O Higgins SN E	4,495	<input checked="" type="checkbox"/>
4	4		6: Richhieri OE E	7,066	<input checked="" type="checkbox"/>
5	5		3: Celso Barrios EO E	6,453	<input checked="" type="checkbox"/>

Count	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	4	1		9: Celso...	251,595	0,035
2	4	2		11: O Hi...	145,058	0,558
3	4	3		13: Rich...	178,953	0,221
4	4	4		5: Celso...	206,450	0,106
5	4	5		2: O Hi...	211,096	0,080

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes
1	1		1: O Higgins NS E	4,516	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2		12: Richhieri EO E	5,379	<input checked="" type="checkbox"/>
3	3		10: O Higgins SN E	4,495	<input checked="" type="checkbox"/>
4	4		6: Richhieri OE E	7,066	<input checked="" type="checkbox"/>
5	5		3: Celso Barrios EO E	6,453	<input checked="" type="checkbox"/>

Count	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	5	1		2: O Hi...	165,344	0,617
2	5	2		8: Richh...	142,100	0,150
3	5	3		9: Celso...	260,437	0,233

RUTAS DE LAS ALTERNATIVAS 00,01,02,03







LINKS GENERADOS EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCION 1

Links / Lanes							
Select layout... [Icons]							
Count: 63	No	Name	LinkBehavType	DisplayType	Level	NumLanes	Length2D
1	1	R OE E	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	3	347,570
2	2	CB EO S	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	289,401
3	3	OH SN E	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	179,573
4	4	entrada easy	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	39,522
5	5	OH NS S	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	177,409
6	6	R EO E	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	216,099
7	7	R OE S	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	213,847
8	8	CB EO E	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	378,771
9	9	OH SN S	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	3	94,910
10	10	OH NS E	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	307,451
11	11	ROTONDA NORTE	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	48,662
12	12	BUCLE INGRESO CB	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	82,999
13	13	Argaña y Murgia EO	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	181,845
14	14	OH SN S	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	182,845
15	15	CB OE	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	372,551
16	16	Cornelio Pino	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	75,719
17	17	R EO S2	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	41,668
18	18	DARCENA INGRESO E	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	43,918
19	19	ingreso easy	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	42,547
20	20	salida easy	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	43,895
21	21	ingreso Easy Norte	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	121,817
22	22	Cornelio Pino	1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	78,395
23	23		1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	2	227,020
24	24		1: Urban (motorized)	1: Road gray	1: Base	1	41,668
25	100		1: Urban (motorized)	1: Road gray		2	97,954
26	100		1: Urban (motorized)	1: Road gray		2	39,439

COMPOSICION VEHICULAR EN ALTERNATIVA 1

Vehicle Compositions / Relative Flows (2)			
[Icons]			
Count: 4	No	Name	
1	1	OH SN	
2	2	OH NS	
3	3	R EO	
4	4	CB EO	

Count: 1	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	60: 60 km/h	1,000

Vehicle Compositions / Relative Flows (2)			
[Icons]			
Count: 4	No	Name	
1	1	OH SN	
2	2	OH NS	
3	3	R EO	
4	4	CB EO	

Count: 4	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	40: 40 km/h	0,970
2	200: HGV	40: 40 km/h	0,003
3	300: Bus	40: 40 km/h	0,010
4	600: Mot	40: 40 km/h	0,017

Vehicle Compositions / Relative Flows (2)			
Count	No	Name	
1	1	OH SN	
2	2	OH NS	
3	3	R EO	
4	4	CB EO	

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	60: 60 km/h	0,908
2	200: HGV	40: 40 km/h	0,002
3	300: Bus	40: 40 km/h	0,009
4	600: Mot	40: 40 km/h	0,081

Vehicle Compositions / Relative Flows (2)			
Count	No	Name	
1	1	OH SN	
2	2	OH NS	
3	3	R EO	
4	4	CB EO	

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	40: 40 km/h	0,893
2	300: Bus	40: 40 km/h	0,047
3	600: Mot	40: 40 km/h	0,060

RUTAS PROPUESTAS EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCION 1







DETALLE DE LAS RUTAS GENERADAS EN VISSIM

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes						
Select layout...						
Count	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	
1	1		10: OH NS E	6,175	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	2		1: R OE E	5,124	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	3		3: OH SN E	7,755	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	4		6: R EO E	3,442	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	5		8: CB EO E	3,503	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	7		21: ingreso Easy Norte	4,794	<input checked="" type="checkbox"/>	

Count	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	3	1	7: R OE S	200,476	0,017	
2	3	2	15: CB OE	353,394	0,083	
3	3	3	14: OH SN S	174,702	0,460	
4	3	4	13: Argaraña y	172,065	0,269	
5	3	5	2: CB EO S	224,024	0,195	

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count:	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	Count:	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
6	1		10: OH NS E	6,175	<input checked="" type="checkbox"/>	4	14	1	15: CB OE	363,068	0,161	
	2		1: R OE E	5,124	<input checked="" type="checkbox"/>		24	2	13: Argaña y	133,999	0,589	
	3		3: OH SN E	7,755	<input checked="" type="checkbox"/>		34	3	14: OH SN S	142,101	0,232	
	4		6: R EO E	3,442	<input checked="" type="checkbox"/>		44	4	2: CB EO S	259,616	0,018	
	5		8: CB EO E	3,503	<input checked="" type="checkbox"/>							
	6		21: ingreso Easy Norte	4,794	<input checked="" type="checkbox"/>							

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count:	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	Count:	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
6	1		10: OH NS E	6,175	<input checked="" type="checkbox"/>	4	15	1	14: OH SN S	157,538	0,590	
	2		1: R OE E	5,124	<input checked="" type="checkbox"/>		25	2	13: Argaña y	166,372	0,131	
	3		3: OH SN E	7,755	<input checked="" type="checkbox"/>		35	3	2: CB EO S	265,073	0,197	
	4		6: R EO E	3,442	<input checked="" type="checkbox"/>		45	4	5: OH NS S	165,157	0,082	
	5		8: CB EO E	3,503	<input checked="" type="checkbox"/>							
	6		21: ingreso Easy Norte	4,794	<input checked="" type="checkbox"/>							

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count:	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	Count:	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
6	1		10: OH NS E	6,175	<input checked="" type="checkbox"/>	1	7	1	4: entrada easy	34,446	1,000	
	2		1: R OE E	5,124	<input checked="" type="checkbox"/>							
	3		3: OH SN E	7,755	<input checked="" type="checkbox"/>							
	4		6: R EO E	3,442	<input checked="" type="checkbox"/>							
	5		8: CB EO E	3,503	<input checked="" type="checkbox"/>							
	6		21: ingreso Easy Norte	4,794	<input checked="" type="checkbox"/>							

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count:	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	Count:	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
6	1		10: OH NS E	6,175	<input checked="" type="checkbox"/>	5	1	1	17: R EO S2	33,098	0,063	
	2		1: R OE E	5,124	<input checked="" type="checkbox"/>		2	1	7: R OE S	205,359	0,121	
	3		3: OH SN E	7,755	<input checked="" type="checkbox"/>		3	1	15: CB OE	313,697	0,112	
	4		6: R EO E	3,442	<input checked="" type="checkbox"/>		4	1	5: OH NS S	155,716	0,665	
	5		8: CB EO E	3,503	<input checked="" type="checkbox"/>		5	1	2: CB EO S	243,117	0,039	
	6		21: ingreso Easy Norte	4,794	<input checked="" type="checkbox"/>							

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes

Select layout...

Count:	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	Count:	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
6	1		10: OH NS E	6,175	<input checked="" type="checkbox"/>	4	12	1	2: CB EO S	268,639	0,038	
	2		1: R OE E	5,124	<input checked="" type="checkbox"/>		22	2	5: OH NS S	169,961	0,606	
	3		3: OH SN E	7,755	<input checked="" type="checkbox"/>		32	3	7: R OE S	201,804	0,240	
	4		6: R EO E	3,442	<input checked="" type="checkbox"/>		42	4	15: CB OE	357,705	0,115	
	5		8: CB EO E	3,503	<input checked="" type="checkbox"/>							
	6		21: ingreso Easy Norte	4,794	<input checked="" type="checkbox"/>							

TABLAS PARA DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE SATURACION DETERMINADA DE LOS DATOS DE FILMACION

CALLE OH NS.

delta	Vehículos	[seg/vhe]	S de campo	
			S (por min)	S (en hora)
0:00:10	8	1,25		
0:00:16	15	1,06	849,06	3396
0:00:11	8	1,38		
0:00:12	13	0,92	975,00	3900
0:00:09	8	1,13		
0:00:17	11	1,55	582,35	2329
0:00:08	8	1,00		
0:00:18	15	1,20	750,00	3000
0:00:07	8	0,88		
0:00:24	19	1,26	712,50	2850
0:00:12	8	1,50		
0:00:17	14	1,21	741,18	2965
0:00:10	8	1,25		
0:00:17	14	1,21	741,18	2965
0:00:07	8	0,88		
0:00:23	18	1,28	704,35	2817
0:00:07	8	0,88		
0:00:18	13	1,38	650,00	2600
0:00:09	8	1,13		
0:00:17	12	1,42	635,29	2541
0:00:11	8	1,38		
0:00:19	14	1,36	663,16	2653
0:00:08	8	1,00		
0:00:24	11	2,18	412,50	1650
Promedio	14,7	1,23	742,17	2969

CALLE R OE

Ricchieri OE	S de campo			
delta	Vehículos	[seg/vhe]	S (por min)	S (en hora)
00:00:13				
0:00:10	5	2,00	450,00	1800,00
0:00:14				
0:00:09	4	2,25	400,00	1600,00
00:00:09				
0:00:13	12	1,08	830,77	3323,08
0:00:08				
0:00:15	9	1,67	540,00	2160,00
0:00:14				
0:00:10	7	1,43	630,00	2520,00
0:00:10				
0:00:13	8	1,63	553,85	2215,38
0:00:08				
0:00:15	8	1,88	480,00	1920,00
0:00:11				
0:00:11	10	1,10	818,18	3272,73
0:00:09				
0:00:15	7	2,14	420,00	1680,00
0:00:12				

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana

0:00:11	9	1,22	736,36	2945,45
0:00:10				
0:00:13	9	1,44	623,08	2492,31
Promedio	8	2	555	2357

CALLE OH SN

O Higgins SN		S de campo		
delta	Vehiculos	[seg/vhe]	S (por min) 15	S (en hora)
00:00:10				
0:00:15	13	1,15	780,00	3120,00
0:00:10				
0:00:15	13	1,15	780,00	3120,00
00:00:10				
0:00:19	12	1,58	568,42	2273,68
0:00:08				
0:00:18	16	1,13	800,00	3200,00
0:00:10				
0:00:16	13	1,23	731,25	2925,00
0:00:08				
0:00:18	14	1,29	700,00	2800,00

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana

0:00:08				
0:00:18	16	1,13	800,00	3200,00
0:00:10				
0:00:07	12	0,58	1542,86	6171,43
#¡VALOR!				
0:00:17	12	1,42	635,29	2541,18
0:00:08				
0:00:16	14	1,14	787,50	3150,00
0:00:21				
0:00:18	16	1,44	623,08	2492,31
Promedio	14	1	747	2882

Calculo de S teórico para Alternativa 1

	OH NS(F1)	OH SN(F2)	R OE (F3)	R EO (F1)	CB OE (F4)
Ancho de carril	3	3,3	3,1	4,9	3,25
So	1900	1900	1900	1900	1900
N	2	2	3	2	2
fw(ajust. Carril)	0,933	0,933	0,989	1,127	0,933
fHV(veh. Pesados)	0,980	0,943	0,980	0,980	1,000
fg (cor.pendiente)	1	1	1	1	1
fp(estacionamiento)	1	1	1	1	1

VISSIM 8, Uso y Aplicación en una Intersección Urbana

fbp(paradas de bus)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
fa(tipo de area)	1	1	1	1	1
fLU					
fLT(giros izq)	1,000	0,977	0,976	-	0,981
fRT(giros der)	0,980	0,985	0,946	0,940	-
fIpb					
fRpb					
So	3337	3152	4997	3866	3410

CAPITULO 9

9 BIBLIOGRAFIA

- Apunte de cátedra de Transporté 1, tomo 2
- Manual del usuario de PTV Vissim 11
- Manual de Vissim 6
- Manual de Capacidad de carreteras HCM
- Decreto 2819