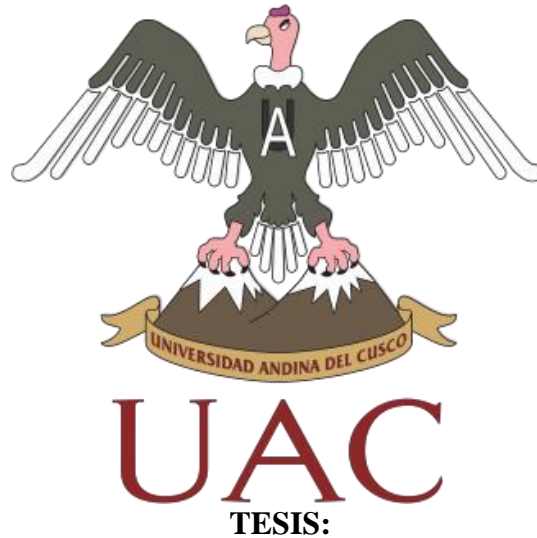




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL
EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA
CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y
MICROSIMULACIÓN VIRTUAL**

Presentado por:

Bach. Marco Rodrigo Sanchez Paredes

Para Optar al Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Miguel Alfredo Flores Dueñas

CUSCO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres y hermanas,

por todo el amor brindado, estar siempre conmigo y ser el pasado, presente y futuro de mi vida.

A mis abuelitos Vilma, Marco y Visitación en el cielo,

por ser mi definición de cariño.



AGRADECIMIENTO

*A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
que fueron parte de mi formación profesional, y en especial,
al Mgt. Ing. Miguel Alfredo Flores Dueñas por haberme guiado
con paciencia y dedicación a lo largo de esta investigación.*



RESUMEN

La presente tesis titulada “Evaluación del nivel de servicio y propuestas de mejora en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la ciudad del Cusco utilizando la metodología del Hcm 2010 y microsimulación virtual”, plantea la evaluación del nivel de servicio actual tanto peatonal como vehicular del eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo en función de parámetros medibles basados en una microsimulación virtual y la metodología del HCM 2010, para dar soluciones de rediseño geométrico, reordenamiento de la circulación y optimización semafórica midiendo las variables que se presentan en la zona de estudio.

En el presente trabajo se identificó el problema general, los objetivos que se quieren lograr, luego se analizaron algunos antecedentes referentes al presente trabajo de investigación. Se tuvo como metodología un enfoque cuantitativo de nivel experimental; según el método, fue hipotético deductivo en cual se emitió la hipótesis en base a las posibles soluciones planteadas, la población que se tomo en cuenta fueron las intersecciones presentes a lo largo del eje vial, para después proceder al uso de herramientas para recolectar datos de campo. Finalmente se determinó el Nivel de Servicio, y con los resultados obtenidos, se procedió con el análisis de las alternativas previamente descritas.

Al evaluar la situación actual del eje vial, se obtuvo niveles de servicio entre E y F, resultados que nos llevaron a proponer tres alternativas que fueron simuladas en el programa PTV Vissim 9 versión estudiantil, siendo la alternativa de reordenamiento de la circulación en la cual se aprecia unos resultados mucho mejores tomando en cuenta los aspectos peatonales y vehiculares.

Palabras Claves: Tráfico, Modelación, Tránsito, HCM 2010.



ABSTRACT

The thesis entitled "Evaluation of the level of service and improvement proposals in the road axis of the Tres Cruces de Oro and Cascaparo streets of the city of Cusco using the Hcm 2010 methodology and virtual microsimulation", raises the evaluation of the current vehicular and pedestrian level of service of the road axis for Tres Cruces de Oro and Cascaparo streets in to measurable parameters based on a virtual microsimulation and HCM 2010 methodology, to give solutions of geometric redesign , reordering of the circulation and traffic light optimization measuring the variables that appear in the study area.

In the current work, the general problem was identified, the objectives to be achieved, then some background studies referring to the present research work were analyzed. Methodology was a quantitative approach of experimental level; according to the method, was hypothetical deductive in which the hypothesis was issued based on the possible solutions raised, the population that was taken into account were the intersections present along the road axis , to then proceed to the use of tools to collect field data. Finally, the level of service was determined, and with the obtained results, the previously described alternatives were analyzed.

When evaluating the current situation of the road axis, the obtained levels of service results were between E and F that led us to propose three alternatives that were simulated in the PTV Vissim 9 student version program, being the alternative of rearrangement of the circulation in which much better results are appreciated taking into account the pedestrian and vehicular aspects.

Key Words: Traffic, Modeling, Transit, HCM 2010.



INTRODUCCIÓN

En nuestro país, uno de los grandes problemas que aqueja a toda la población es el tráfico vehicular que se evidencia en las diferentes ciudades. En la ciudad del Cusco, la infraestructura vial es deficiente y desequilibrada, así mismo la congestión vehicular es un problema preocupante que hoy en día afecta a toda la población.

Distintos factores como la deficiente gestión pública, la falta de planificación y la inestable situación económica son los principales aspectos que contribuyen al desorden del transporte, lo cual, conlleva a una baja calidad de vida y una inseguridad vial constante, ya que trae como consecuencias contaminación ambiental, daños a la salud y sobretodo la pérdida de tiempo al trasladarse de un lugar a otro.

En la presente investigación, se definió, detalló y analizó el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo, proponiendo respuestas de mejora y verificándolas mediante una modelación virtual.

Siendo realizada en cinco capítulos, los cuales son:

El primer capítulo: Se describió el problema en el cual se detalló las principales características de la problemática a investigar, se presentaron los problemas generales y específicos, así como la justificación técnica, social, de viabilidad y de relevancia. Se presentaron las limitaciones de la investigación y finalmente los objetivos de la misma.

En el segundo capítulo: Se tienen los antecedentes de la investigación, los aspectos teóricos, los cuales, están compuestos por conceptos que fortalecen bibliográficamente la investigación, se presentan las hipótesis y finalmente la definición de las variables.

En el tercer capítulo: Se detalló la metodología de la investigación, la cual está conformada por el enfoque, el nivel y el método de investigación seguido por el diseño y la población de estudio; por otro lado, se tiene el procedimiento de recolección de datos y el análisis de datos.

En el capítulo cuatro: Los resultados fueron presentados.

En el capítulo cinco: Se conforman las discusiones, conclusiones y las recomendaciones a las que se arribó.



ÍNDICE

DEDICATORIA I

AGRADECIMIENTO..... II

RESUMEN III

ABSTRACT IV

INTRODUCCIÓN..... V

ÍNDICE VI

CAPITULO 1: 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Identificación del problema 1

1.1.1. Descripción del problema..... 1

1.1.2. Formulación interrogativa del problema 11

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general 11

1.1.2.2. Formulación interrogativa del problema especificos..... 12

1.2. Justificación de la investigacion 12

1.2.1 Jutificación técnica 12

1.2.2 Justificación social 12

1.2.3 Justificación de viabilidad 13

1.2.4 Justificación de relevancia..... 13

1.3. Limitaciones de la investigación..... 13

1.3.1. Limitaciones por software 13

1.3.2. Limitaciones de marco teórico 14

1.3.3. Limitaciones de datos colectados 14

1.4. Objetivos 14

1.4.1. Objetivo General 14

1.4.2. Objetivos Específicos 14

CAPITULO II: 15

MARCO TEÓRICO..... 15

2.1. Antecedentes de la investigacion 15



2.1.1 Antecedentes nacionales..... 15

2.1.2 Antecedente Internacionales..... 17

2.2. Aspectos Teoricos Pertinentes 18

2.2.1 Usuario 18

2.2.2 Camino 18

2.2.3 Dispositivos para el control de trafico..... 21

2.2.4 Volumen de tránsito 23

2.2.5 Velocidad 27

2.2.6 Analisis del flujo vehicular..... 29

2.2.7 Análisis de la Congestión 32

2.2.8 Capacidad vial 33

2.2.9. Semáforos..... 38

2.2.10. Estacionamientos..... 44

2.2.11. Metodología HCM 45

2.2.11. VISSIM 66

2.2.12. Traffic Calming 70

2.3. Hipótesis 73

2.3.1 Hipótesis general 74

2.3.2 Hipótesis específicas 74

2.4. Definicion de variables 74

2.4.1 Variables independientes..... 74

2.4.2 Indicadores de varibles independientes 74

2.4.3 Variables Dependientes 75

2.4.4 Indicadores de varibles dependientes 75

2.4.5 Cuadro De Operacionalización De Variables..... 76

CAPITULO III:..... 78

METODOLOGÍA 78

3.1 Metodología de la Investigacion 78

3.1.1 Enfoque de la Investigación 78



3.1.2 Nivel o alcance de la Investigación	78
3.1.3 Método de investigación	78
3.2 Diseño de la Investigación.....	78
3.2.1 Diseño metodológico.....	78
3.2.2 Diseño de Ingeniería.....	79
3.3 Poblacion y muestra	80
3.3.1 Poblacion.....	80
3.3.2 Muestra.....	80
3.4 Instrumentos	82
3.4.1 Intrumentos metodologicos	82
3.4.2 Equipos y Herramientas de Ingenieria	85
3.5 Procedimientos de Recoleccion de Datos.....	85
3.5.1. Equipo utilizado	85
3.5.2. Procedimiento.....	85
3.6 Procedimiento de Análisis de Datos.....	103
3.6.1. Determinaión de la Variación Diaria.....	103
3.6.2. Variación Horaria.....	103
3.6.3. Volumenes Vehiculares y Peatonales por Aproximación	105
3.6.4. Construcción del modelo, calibración y validación	109
3.6.5. Análisis de la Situación Actual y de las Propuestas de Mejora.....	114
CAPITULO IV:.....	145
RESULTADOS.....	145
4.1. Resultados Vehiculares	145
4.1.1. Análisis por Eje	145
4.1.2. Análisis por Intersección	151
4.2. Resultados Peatonales	154
4.2.1. Análisis de Veredas del eje e Intersecciones no Semaforzadas	154
4.2.2. Análisis de Intersecciones Semaforzadas.....	158



CAPITULO V 161

DISCUSIÓN..... 161

CONCLUSIONES 165

RECOMENDACIONES 167

REFERENCIAS 169

ANEXOS 172



ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Metodología de desarrollo para automóviles.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 2: Factores de ajuste de la tasa del flujo de saturación</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 3: Criterio para la determinación del Nivel de Servicio Vehicular</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 4: Metodología de desarrollo para peatones en intersecciones semaforizadas</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 5: Rangos del área de circulación de la esquina.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 6: Puntuación de Nivel de Servicio Peatonal para intersecciones semaforizadas</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 7: Metodología de desarrollo para peatones en intersecciones no semaforizadas y veredas del eje</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 8: Nivel de Servicio Peatonal para las veredas del eje</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 9: Nivel de Servicio Peatonal para intersecciones no semaforizadas</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 10: Operacionalizacion de Variables – Variable Independiente.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 11: Operacionalizacion de Variables – Variable Dependiente</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 12: Ficha de Aforo Vehicular</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 13: Ficha de Aforo Peatonal.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 14: Ficha de características geométricas.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 15: Ficha de características semaforicas</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 16: Ficha de longitud de colas.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 17: Aforo vehicular preliminar día Lunes 06 de agosto del 2018</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 18: Aforo vehicular preliminar día miércoles 08 de agosto del 2018</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 19: Aforo vehiucelar preliminar día sábado 10 de agosto del 2018</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 20: Características geométricas de la intersección de las calles Cascaparo - Hospital y Santa Teresa ...</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 21: Características geométricas de la intersección de las calles Cascaparo - General Buendía - Cascaparo Chico y Pasaje Grohening.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 22: Características geométricas de la intersección de las calles Cascaparo - Monjaspata y Calle Nueva</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 23: Características geométricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Pera</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 24: Características geométricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 25: Características geométricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Lechugal</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 26: Características geométricas de la intersección de las calles Regional - Puente Grau - Avenida Grau y Ejército.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 27: Características Semaforicas de la intersección de las calles Cascaparo y General Buendía.....</i>	<i>93</i>



Tabla 28: Características Semafóricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Cascaparo – Monjaspata y Calle Nueva..... 94

Tabla 29: Características Semafóricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén..... 94

Tabla 30: Características Semafóricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Regional – Avenida Grau y el Puente Grau..... 95

Tabla 31: Características Semafóricas de la intersección de las calles Concebidayoq - Cruz Verde - Teqte y Calle Nueva..... 95

Tabla 32: Variación Diaria de los conteos preliminares..... 103

Tabla 33: Variación Horaria de los días Lunes, Miercoles y Sábado 104

Tabla 34: Variación Horaria del día Sábado 104

Tabla 35: Resumen de los aforos por aproximación vehiculares y la agrupación horaria 106

Tabla 36: Variación Horaria Vehicular 107

Tabla 37: Resumen de los aforos peatonales por aproximación y la agrupación horaria 108

Tabla 38: Variación Horaria Peatonal..... 108

Tabla 39: Nuevos datos validados de entrada 114

Tabla 40: Nivel de Servicio Vehicular Actual por Análisis del eje entero 116

Tabla 41: Nivel de Servicio Vehicular Actual por Intersecciones 119

Tabla 42: Nivel de Servicio Peatonal Actual de Intersecciones Semaforizadas 121

Tabla 43: Nivel de Servicio Peatonal Actual de Intersecciones no Semaforizadas 122

Tabla 44: Nivel de Servicio Vehicular - Optimización Semafórica del Eje entero 124

Tabla 45: Nivel de Servicio Vehicular - Optimización Semafórica por Intersecciones 127

Tabla 46: Nivel de Servicio Peatonal - Optimización Semafórica de Intersecciones Semafóricas 129

Tabla 47: Nivel de Servicio Vehicular – Reordenamiento de la Circulación del Eje entero..... 131

Tabla 48: Nivel de Servicio Vehicular – Reordenamiento de la Circulación por Intersecciones..... 133

Tabla 49: Nivel de Servicio Vehicular de la Intersección de las Calles Concebidayoq - Calle Nueva - Teqte y Cruz Verde - Reordenamiento de la Criculación por Interseccones..... 134

Tabla 50: Nivel de Servicio Peatonal – Reordenamiento de la Circulación de Intersecciones Semafóricas 135

Tabla 51: Nivel de Sericio Peatonal - Reordenamiento de la Circulación de Intersecciones no semaforizadas y veredas del eje..... 136

Tabla 52: Nivel de Servicio Vehicular - Calmado del Tráfico por Eje entero..... 138

Tabla 53: Nivel de Servicio Vehicular - Calmado de Tráfico por Intersecciones 141

Tabla 54: Nivel de Servicio Peatonal - Calmado del Tráfico por Intersecciones Semaforizadas 142



Tabla 55: Nivel de Servicio Peatonal - Calmado del Tráfico por Intersecciones no Semaforizadas y Veredas del Eje 143

Tabla 56: Resultados Vehiculares Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Eje..... 146

Tabla 57: Comparación de Resultados Vehiculares por Análisis por Eje 149

Tabla 58: Comparación de las Demoras Promedio del Análisis Vehicular por Eje 149

Tabla 59: Resultados Vehiculares Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Intersecciones 151

Tabla 60: Comparación de Resultados Vehiculares del Análisis por Intersecciones 153

Tabla 61: Resultados Peatonales Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Intersecciones no Semaforizadas y veredas del Eje 155

Tabla 62: Comparación de Resultados Peatonales del Análisis por Intersecciones no Semaforizadas y Veredas del Eje 157

Tabla 63: Resultados Peatonales Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Intersecciones no Semaforizadas y veredas del Eje 158

Tabla 64: Comparación de Resultados de Área de circulación en la esquina para Peatones del Análisis por Intersecciones Semaforizadas..... 159

Tabla 65: Comparación de Resultados de Área de circulación en la esquina para Peatones del Análisis por Intersecciones Semaforizadas..... 159

Tabla 66: Comparación de Resultados de Área de circulación del cruce para Peatones del Análisis por Intersecciones Semaforizadas..... 160

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Mapa de ubicación general</i>	2
<i>Figura 2: Mapa de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo</i>	3
<i>Figura 3: División de los cuatro tramos con sus respectivas intersecciones</i>	4
<i>Figura 4: Intersecciones: Calle Cascaparo, Calle San Pedro y Calle Santa Clara</i>	5
<i>Figura 5: Intersecciones: Calle Cascaparo y General Buendía</i>	6
<i>Figura 6: Intersecciones: Calle Cascaparo, Calle Nueva, Tres Cruces de Oro, Monjaspata y Pasaje Mercadillo</i> 7	
<i>Figura 7: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro y Calle Pera</i>	8
<i>Figura 8: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro y Calle Belén</i>	9
<i>Figura 9: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro y Calle Lechugal</i>	10
<i>Figura 10: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro, Avenida Ejército, Calle Regional, Puente Grau y Avenida Grau</i>	11
<i>Figura 11: Ejemplo de Señal Preventiva (Zona de Derrumbes)</i>	22
<i>Figura 12: Ejemplo de Señal Preventiva(Prohibido Peatones)</i>	22
<i>Figura 13: Ejemplo de Señal Informativa(Discapacitados)</i>	23
<i>Figura 14: Representación de un Semáforo</i>	23
<i>Figura 15: Representación del Nivel de Servicio A</i>	34
<i>Figura 16: Representación del Nivel de Servicio B</i>	35
<i>Figura 17: Representación del Nivel de Servicio C</i>	35
<i>Figura 18: Representación del Nivel de Servicio D</i>	36
<i>Figura 19: Representación del Nivel de Servicio E</i>	37
<i>Figura 20: Representación del Nivel de Servicio F</i>	37
<i>Figura 21: Chicana Convencional</i>	72
<i>Figura 22: Estrechamiento de vías</i>	72
<i>Figura 23: Mini Rotondo en Michigan</i>	73
<i>Figura 24: Diseño de Ingeniería</i>	79
<i>Figura 25: Intersección: Calle Tres Cruces de Oro, Avenida Ejército, Calle Regional, Puente Grau y Avenida Grau</i>	80
<i>Figura 26: Codificación de las calzadas</i>	88
<i>Figura 27: Codificación de las calzadas</i>	88
<i>Figura 28: Codificación de las calzadas</i>	89



Figura 29: Codificación Semafórica de la intersección de las calles General Buendía y Cascaparo 92

Figura 30: Codificación Semafórica de la intersección de las calles Cascaparo - Tres Cruces de Oro - Monjaspata y Calle Nueva..... 92

Figura 31: Codificación Semafórica de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén 92

Figura 32: Codificación Semafórica de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro - Regional - Avenida Grau y Puente Grau..... 93

Figura 33: Diagrama de Fases de la Tabla 28..... 94

Figura 34: Diagrama de Fases de la Tabla 29..... 94

Figura 35: Diagrama de fases de la Tabla 30 95

Figura 36: Diagrama de fases de la Tabla 31 95

Figura 37: Diagrama de fases de la Tabla 32 96

Figura 38: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Hospital – Cascaparo y Santa Clara 96

Figura 39: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Cascaparo y General Buendía 96

Figura 40: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Cascaparo – Pasaje Gohering y Cascaparo Chico..... 97

Figura 41: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Cascaparo – Tres Cruces de Oro – Monjaspata y Calle Nueva..... 97

Figura 42: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Pera97

Figura 43: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén 98

Figura 44: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Lechugal..... 98

Figura 45: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Regional – Av. Ejército – Av. Grau – Pte. Grau 98

Figura 46: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Hospital – Cascaparo y Santa Clara 99

Figura 47: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Cascaparo y General Buendía 99

Figura 48: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Cascaparo – Tres Cruces de Oro – Monjaspata y Calle Nueva..... 100

Figura 49: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Pera 100



Figura 50: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén 101

Figura 51: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Lechugal..... 101

Figura 52: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Regional – Av. Ejército – Av. Grau – Pte. Grau..... 102

Figura 53: Background..... 109

Figura 54: Link de la calle Hospital..... 110

Figura 55: Composición Vehicular de la calle Monjaspata..... 110

Figura 56: Entrada de Vehículos..... 111

Figura 57: Asignación de Rutas de la calle Hospital 111

Figura 58: Señales de Control..... 112

Figura 59: Áreas de conflicto 113

Figura 60: Situación Actual..... 115

Figura 61: Optimización Semafórica..... 123

Figura 62: Reordenamiento de la Circulación..... 130

Figura 63: Calmado del Tráfico..... 137



CAPITULO 1:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

En la ciudad del Cusco, según la Municipalidad Provincial del Cusco, el parque automotor registra 100 mil unidades vehiculares, de las cuales, aproximadamente 1200 unidades brindan el servicio de transporte urbano, interurbano, servicio de taxi, y de carga (Oficina General de Planificación, 2018). Estos causan congestión vehicular, siendo un problema que aqueja a la población en general, debido a que trae como consecuencias, la contaminación acústica y atmosférica, daños a la salud y la pérdida de tiempo debido a que los tiempos de viaje se hacen mas largos.

Siendo Cusco una ciudad mediana, a comparación de Lima o Arequipa, el parque automotor registra un aumento del 328% en los últimos 10 años (DRTCC CUSCO, 2013) de los cuales la gran mayoría son vehículos particulares que poseen ventajas en términos de facilitar la movilidad personal y dar seguridad, sin embargo, es poco eficiente para el concepto de traslado masivo de personas, al punto de que cada vehículo produce en las horas punta aproximadamente 11 veces la congestión atribuible a cada pasajero del transporte urbano. (DRTCC CUSCO, 2013)

En nuestra ciudad el problema se agrava debido a que no se cuenta con un diseño de vialidad correcto, gestión deficiente por parte de las autoridades y la falta de educación y cultura vial, que origina que los peatones y los conductores no respeten las normas de tránsito causando accidentes por distintos factores como manejar en estado de ebriedad, usar el celular al conducir o caminar, aumentar la velocidad innecesariamente, entre otros.

A lo largo de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo, se observó que existe una gran congestión vehicular debido a que es una zona comercial especializada y vecinal, sin mencionar el comercio ambulante, por lo cual, la gente tiende a concurrir por esta; es por esta razón que la presente investigación se centrará en la evaluación del nivel de

servicio a lo largo del eje vial de estas calles (Tres Cruces de Oro y Cascaparo), que serán divididas en 4 tramos para su identificación y evaluadas por eje y por intersecciones, siendo estas 7, mediante la metodología del Highway Capacity Manual (HCM), los resultados serán obtenidos con ayuda del software VISSIM 9 en su versión estudiantil, el cual, nos permitirá trabajar de mejor manera los datos a recolectar.

Área de estudio: Calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo

Distrito: Cusco

Provincia: Cusco

Región: Cusco

País: Perú

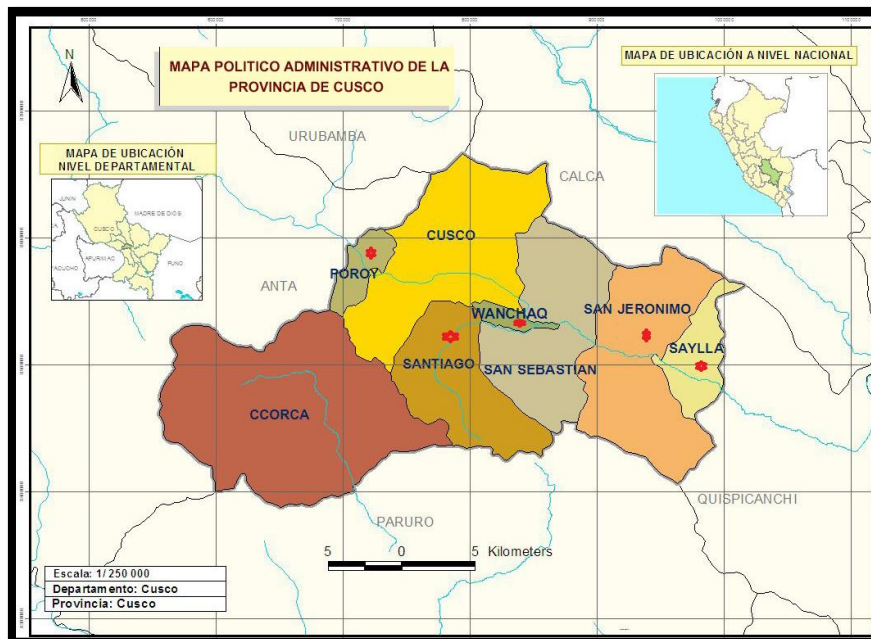


Figura 1: Mapa de ubicación general

Fuente: Adaptación Propia

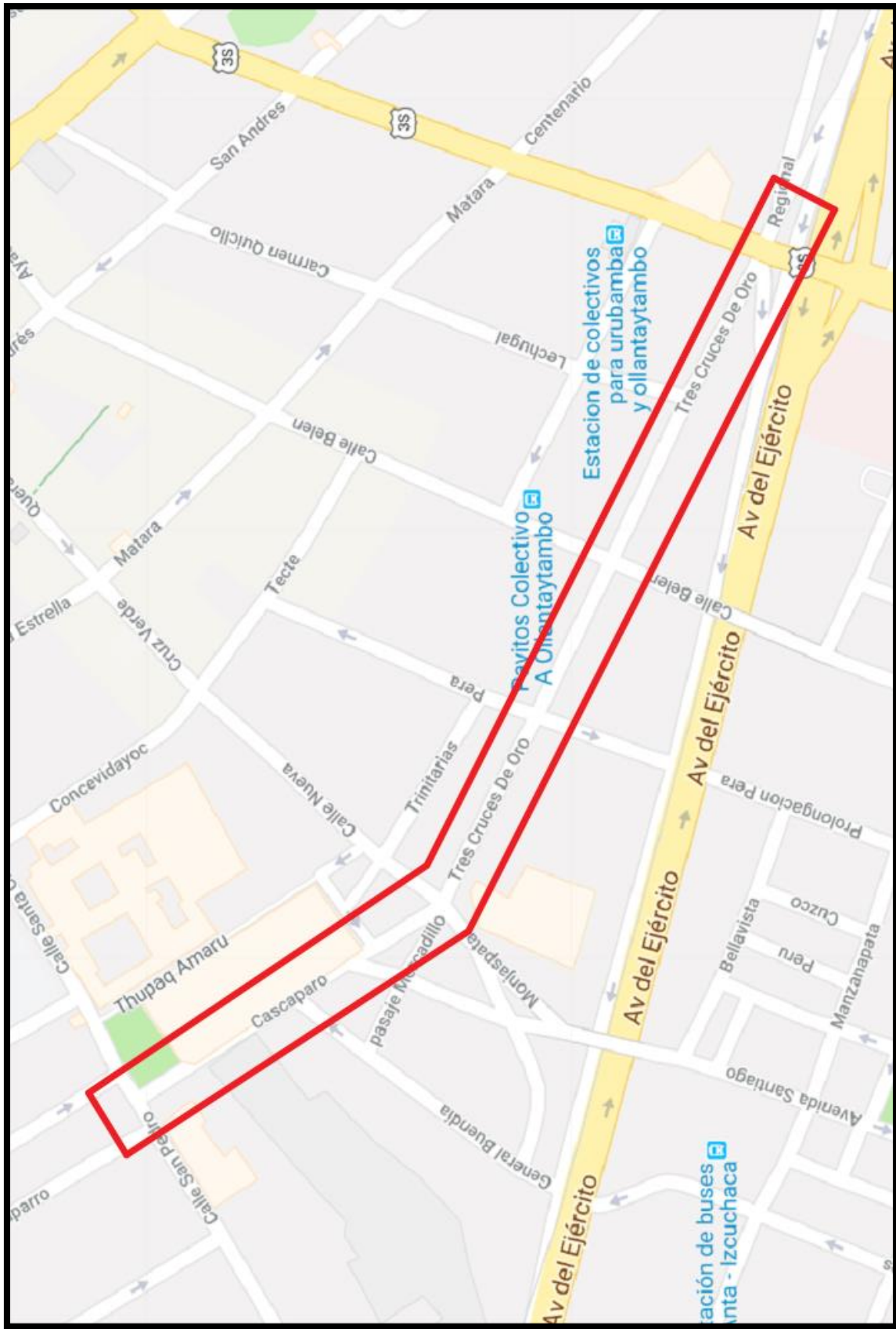


Figura 2: Mapa de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo

Fuente: Google Maps, Adaptación propia

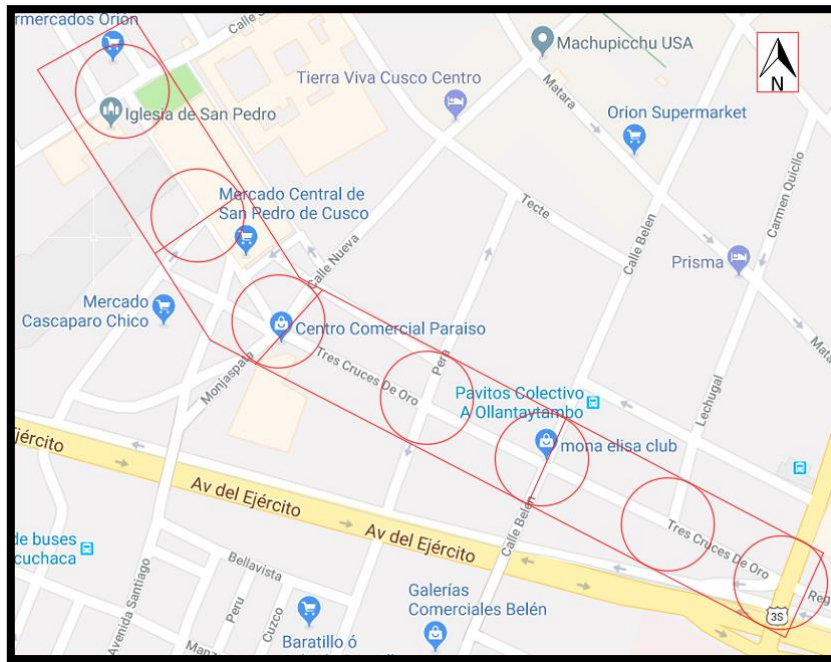


Figura 3: División de los cuatro tramos con sus respectivas intersecciones

Fuente: Google Maps, Adaptación Propia

Tramo 1 entre las calles Santa Clara y General Buendía.- Ubicado en el distrito del Cusco, con una longitud aproximada de 140 metros, es una vía de doble sentido de circulación con un ancho de calzada de 4.8m uniforme a lo largo del tramo. Se observa la presencia de la estación de trenes de San Pedro así como una isla de estacionamiento y vehículos que constantemente aparcan a los costados de la vía siendo esta una zona rígida. Dicho tramo cuenta con dos intersecciones:

- Cruce Calles Hospital, Santa Clara y Cascaparo.- La problemática en esta intersección no semaforizada en Cruz, se debe a que es uno de los dos puntos iniciales de saturación para las calles Cascaparo y Tres cruces de oro. El mercado de San Pedro, siendo este un punto de acogida social, aglomera vehículos tanto de transporte de personas como de bienes para abastecerlo.

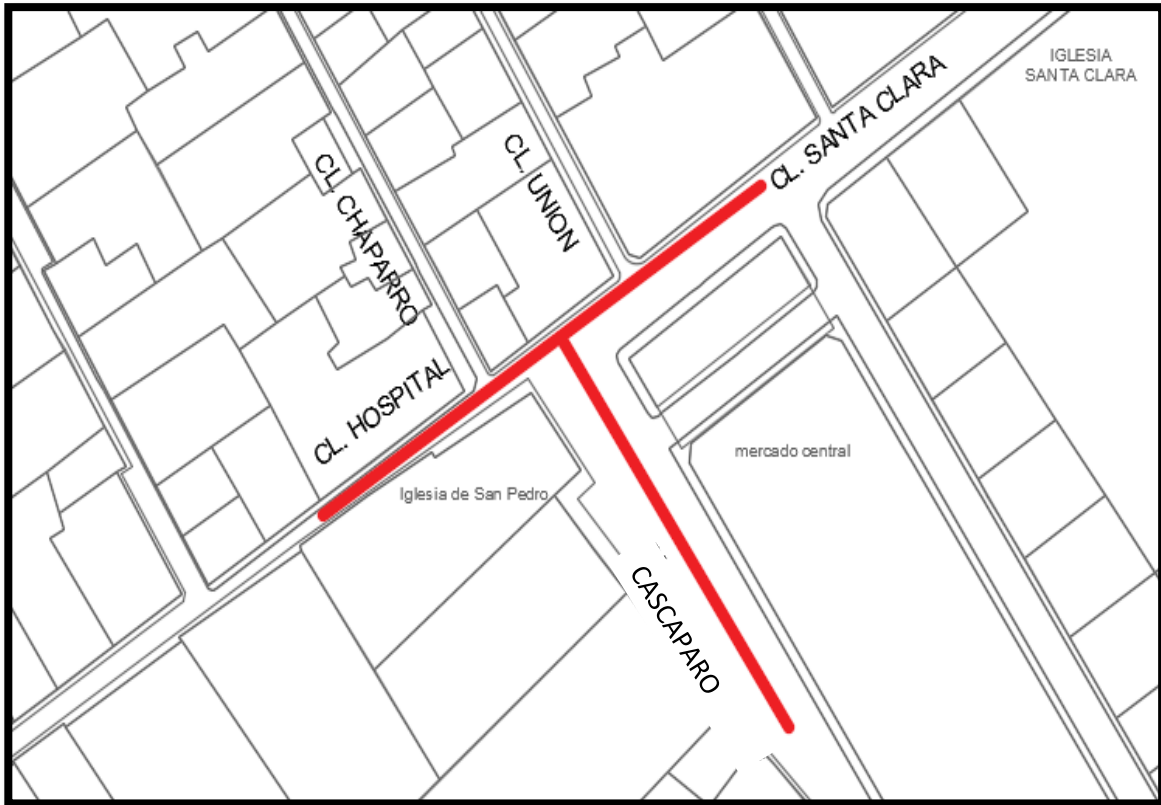


Figura 4: Intersecciones: Calle Cascaparo, Calle San Pedro y Calle Santa Clara

Fuente: Adaptación Propia

- Cruce Calle Cascaparo con calle General Buendía.- La problemática en esta intersección en “Cruz” semaforizada esta basada principalmente en que existen muchos vendedores ambulantes que impiden el tránsito correcto de los vehículos que tienen que disminuir la velocidad para evitar accidentes, así como la presencia del Mercado de Cascaparo que al igual que el Mercado de San Pedro necesita ser abastecido.

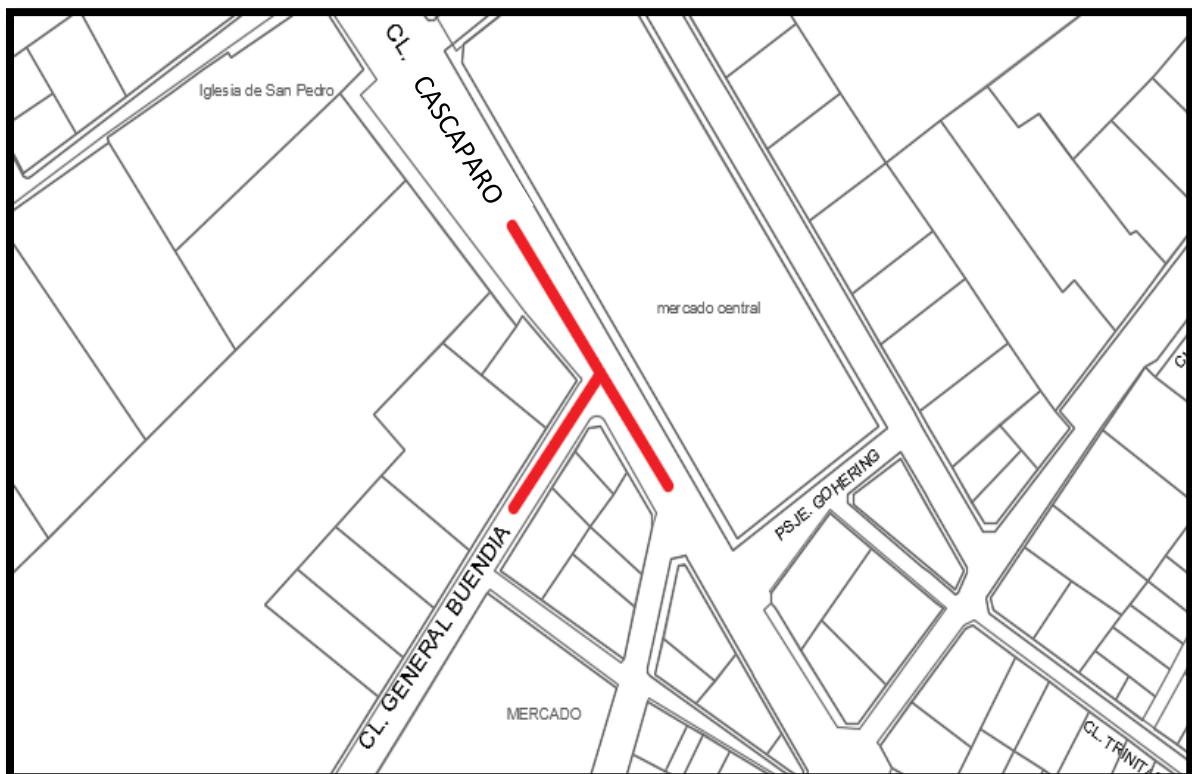


Figura 5: Intersecciones: Calle Cascaparo y General Buendía

Fuente: Adaptación propia

Tramo 2 entre las calles General Buendía y Calle Nueva.- Ubicado en el distrito del Cusco, con una longitud aproximada de 120 metros, un ancho de calzada promedio de 6 metros a lo largo del tramo. Los vehículos estacionando a lo largo del eje continúa siendo la problemática de las calles así como la falta de señalizaciones verticales. En este tramo se analizará una intersección:

- Cruce Calles Cascaparo, Calle Nueva, Tres Cruces de Oro, Monjaspata y Pasaje Mercadillo.- Esta es una intersección semaforizada tipo “Estrella”, la más crítica a analizar debido a que es el cruce de 5 calles, además de la presencia del centro comercial El Paraíso y vendedores ambulantes.

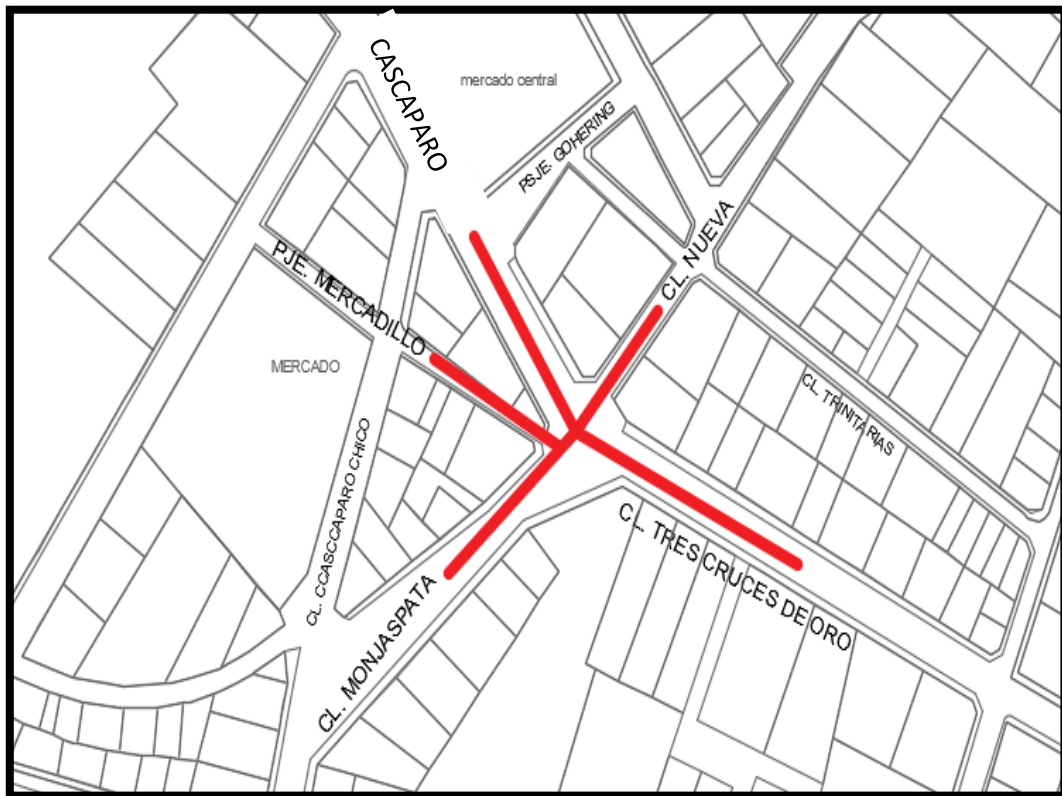


Figura 6: Intersecciones: Calle Cascaparo, Calle Nueva, Tres Cruces de Oro, Monjaspata y Pasaje Mercadillo

Fuente: Adaptación propia

Tramo 3 entre las calles Calle Nueva y Calle Belén.- Ubicada en el distrito del Cusco, con una longitud aproximada de 270 metros, un ancho de calzada promedio de 5 metros a lo largo del tramo. Se observa la falta de señalización tanto vertical como horizontal que, siendo esta una zona con mucha afluencia de personas, dificulta el recorrido de vehículos y transeúntes. Este tramo cuenta con dos intersecciones:

- Cruce calles Tres Cruces de Oro con Calle Pera.- La problemática en esta intersección no semaforizada de tipo “Cruz” se acrecenta debido a la falta de sistemas de control de tránsito; la carencia de cruceiros peatonales o señales verticales hacen que el tránsito, ya sea de personas o vehículos, sea ineficiente y pueda ocasionar accidentes.

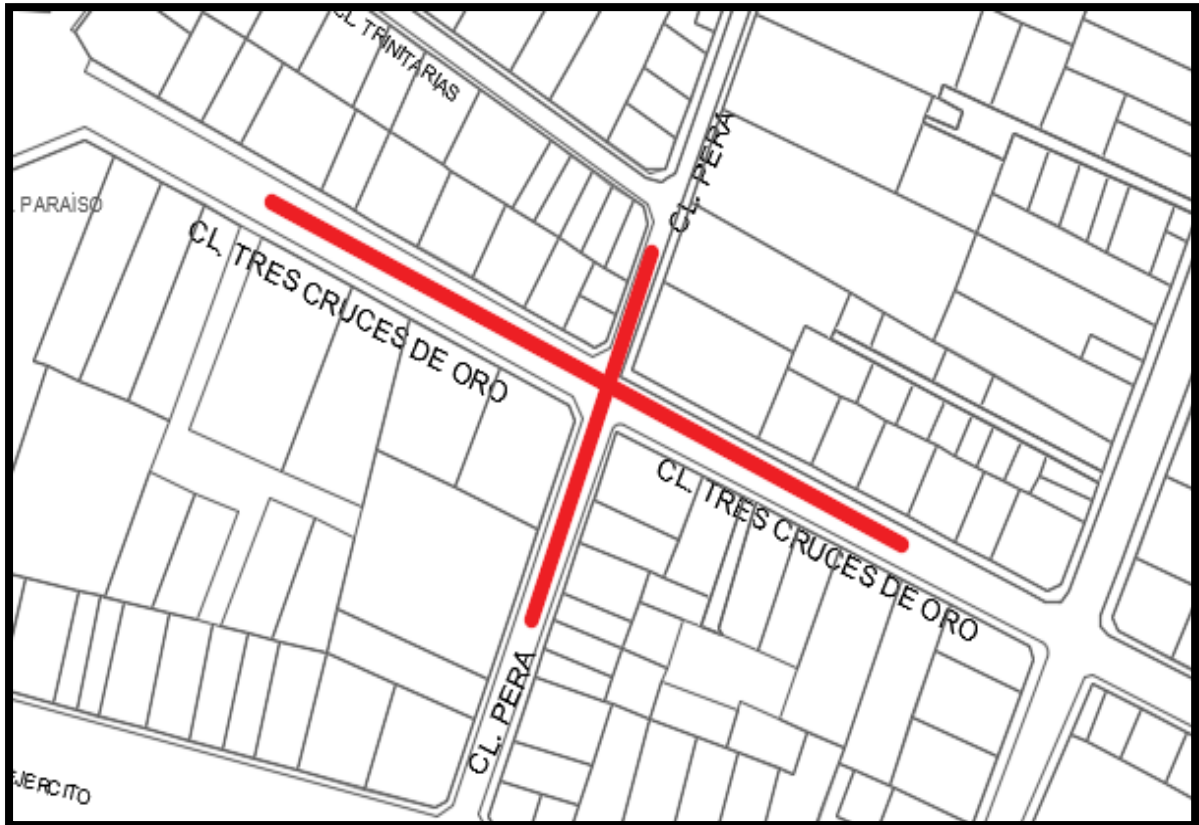


Figura 7: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro y Calle Pera

Fuente: Adaptación propia

- Cruce Calle Tres Cruces de Oro con Calle Belén.- Esta intersección de tipo “Cruz” no cuenta con restricciones en los volteos y debido a que es una intersección semaforizada, el congestionamiento crece en horarios de mayor afluencia vehicular.

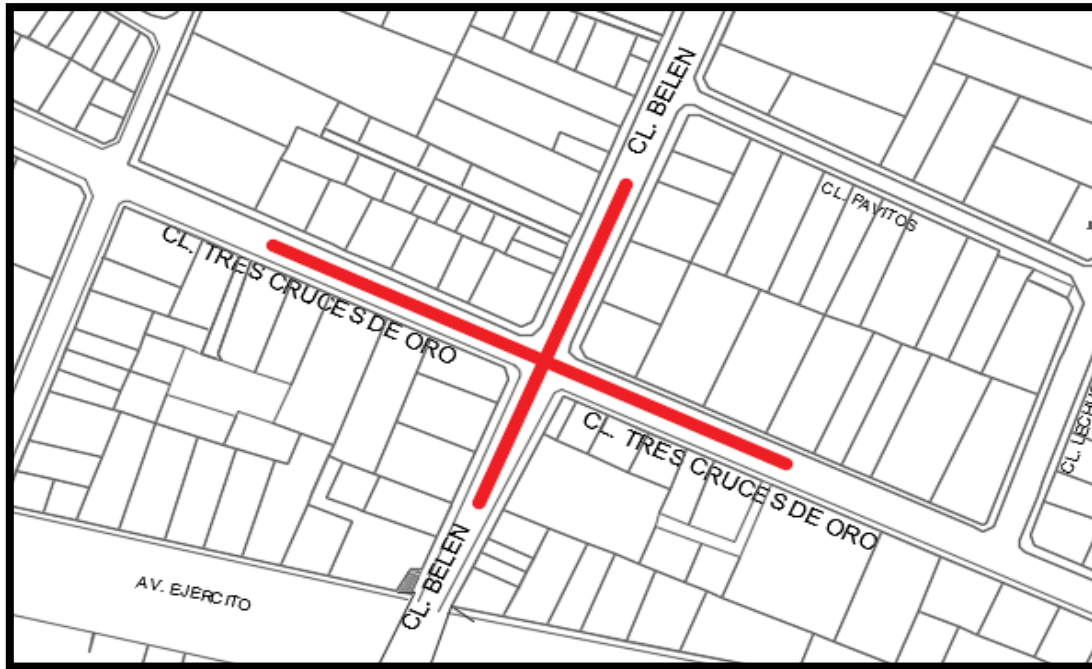


Figura 8: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro y Calle Belén

Fuente: Adaptación propia

Tramo 4 entre las calles Belén y avenida Grau.- Ubicada en el distrito del Cusco, con una longitud aproximada de 240 metros, cuenta con el primer cambio en el ancho de carril de toda el área de estudio, además de la presencia de un grifo y la falta total de señalización vertical y horizontal. Este tramo cuenta con dos intersecciones:

- Cruce Calle Tres Cruces de Oro con Calle Lechugal.- Intersección no semaforizada de tipo “Cruz” que sirve de desahogo del tráfico en caso de cierre temporal de otras vías aledañas.



Figura 9: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro y Calle Lechugal

Fuente: Adaptación propia

- Calle Tres Cruces de Oro, Avenida Ejército, Calle Regional con Puente y Avenida Grau.- Esta intersección semaforizada de tipo “Estrella” es el segundo punto de inicio de la saturación de las Calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo, junta mayor parte de los vehículos que circulan por av. Ejército; además de la reducción del ancho de carril en el puente Grau y la ampliación de los mismos en la avenida Grau. Es en este punto en el cual se aprecia una ligera inclinación de la calle Tres Cruces de Oro.

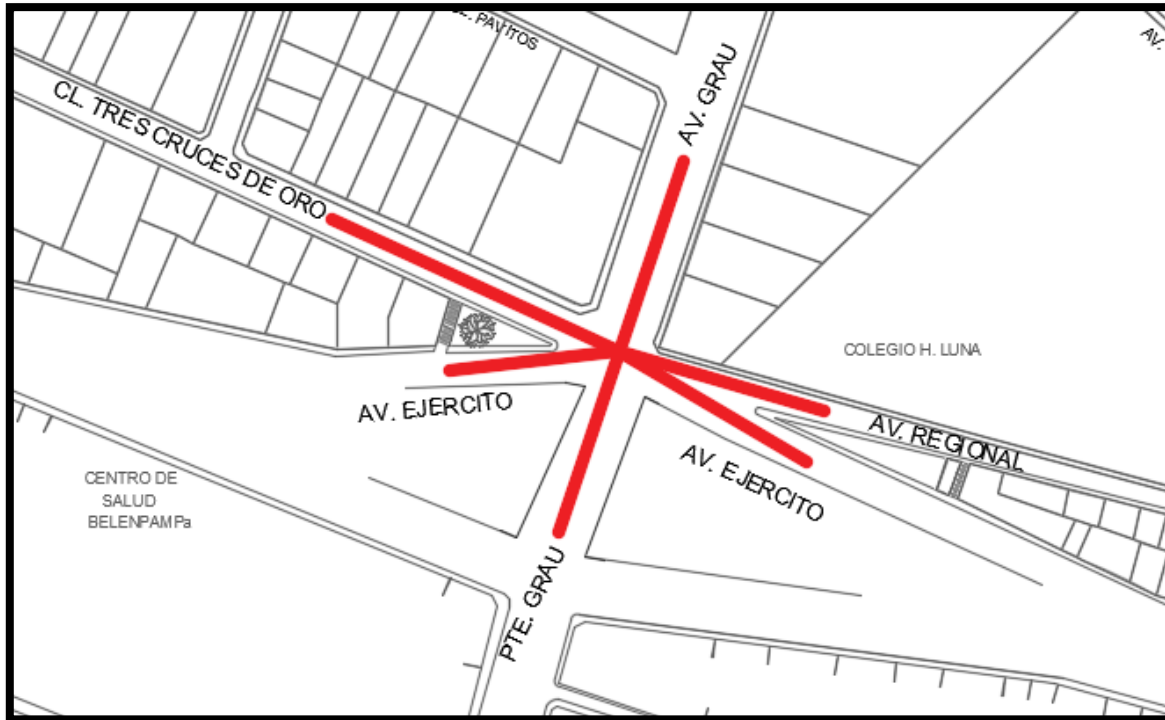


Figura 10: Intersecciones: Calle Tres Cruces de Oro, Avenida Ejército, Calle Regional, Puente Grau y Avenida Grau

Fuente: Adaptación propia

Los problemas de transporte público en la ciudad del Cusco se deben a la gran congestión vehicular, la presencia de empresas y negocios, inadecuada infraestructura, educación vial deficiente. Por lo tanto el problema detectado es la deficiente gestión de transporte para determinar un nivel de servicio óptimo e intervenir de ser el caso y así conseguir una propuesta para optimizarlo en las calles mencionadas, brindando de esta manera comodidad, seguridad y reduciendo los costos de operación a los usuarios. (Gamarra Santisteban & Delgado Ccompí, 2016).

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cómo es el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?



1.1.2.2. Formulación interrogativa del problema específicos

- ¿Cómo es el diseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?
- ¿Cuál es la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?
- ¿Cómo es el flujo vehicular y peatonal en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?
- ¿Cómo son los sistemas de control en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?
- ¿Cómo es el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco después de haber aplicado las propuestas de mejora?

1.2. Justificación de la investigación

1.2.1 Justificación técnica

En la presente investigación se pretende aplicar conocimientos de ingeniería vial y de tránsito, así como metodologías y manuales afines para entender el funcionamiento vial y determinar el nivel de servicio a lo largo de las Calles Cascaparo y Tres Cruces de Oro, y así, proponer respuestas que nos lleven a alternativas de solución y diseños de posibles futuros proyectos.

1.2.2 Justificación social

El presente trabajo de investigación es socialmente relevante porque beneficiará a los transeuntes y comerciantes de esta concurrida zona que tendrán mejores condiciones de vida, así como también beneficiará a los conductores en sus recorridos diarios a través de estas calles. Los alumnos de la Universidad Andina del Cusco y en general, tendrán un modelo de análisis que beneficiará futuras investigaciones.



1.2.3 Justificación de viabilidad

Para la realización de esta investigación, se contará con recursos necesarios, acceso a bibliografía técnica como la metodología del HCM y softwares académicos de simulación al alcance; no hay motivos para restringir el acceso a la zona de estudio y el financiamiento requerido es accesible lo cual hará que esta tesis sea económicamente viable.

1.2.4 Justificación de relevancia

La ciudad del Cusco muestra deficiencias debido a la falta de planificación vial y a una escasez de infraestructura vehicular, por lo cual, se eligió este eje en particular en busca de ordenar, reorganizar la circulación de estos para una movilidad amable para todos los usuarios que concurren la zona.

1.3. Limitaciones de la investigación

El estudio se realizó únicamente en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo, tomando en cuenta solamente las intersecciones presentes a lo largo de su recorrido.

1.3.1. Limitaciones por software

El presente estudio fue realizado mediante el software PTV VISSIM 9, en su versión estudiantil, por lo cual, los peatones fueron analizados de forma manual mediante la metodología directa del HCM 2010. Los sistemas de transporte público, a su vez, fueron analizados como cualquier otro vehículo sin tomar en cuenta los paraderos. Asimismo, los periodos de análisis dentro del software son de 600 segundos (10 minutos). Al tratarse de un software estudiantil, un factor semafórico en la intersección de las calles Monjaspata, Tres Cruces de Oro y Calle Nueva no fue tomado en cuenta debido a la complejidad del mismo que no pudo ser trasladado al software. Otra limitación fueron los estacionamientos al frente del mercado de San Pedro y las distintas paradas que realizan los vehículos, ya sea de descarga de materiales o recojo de pasajeros por parte del servicio de taxis, a lo largo del eje vial no fueron tomados en cuenta debido a la aleatoriedad de los mismos. Finalmente, el estilo de conducción y de frenado de los vehículos está basado en los mismos presentes en el software, los cuales son los parámetros de Wiedemann 74 y 99.



1.3.2. Limitaciones de marco teórico

En el Perú no se cuenta con un manual ni metodología propia para el estudio de los Niveles de Servicio, es por esta razón, que se tomo como base la metodología de análisis del Highway Capacity Manual (HCM) en su versión del año 2010.

1.3.3. Limitaciones de datos colectados

La inexistencia de datos actualizados en lo que respecta a los volúmenes de tránsito. Para subsanar esta falta es que se realizaron conteos manuales para hallar los aforos tanto peatonales como vehiculares de la zona de estudio. Dichos datos son válidos solo para el año 2018. Con este mismo propósito se realizó un levantamiento topográfico pertinente para determinar las características geométricas en inventario vial.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Objetivo Específico N°1: Verificar el diseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación.
- Objetivo Específico N°2: Determinar la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación.
- Objetivo Específico N°3: Analizar el flujo vehicular y peatonal en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación.
- Objetivo Específico N°4: Evaluar los sistemas de control en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación.
- Objetivo Específico N°5: Comparar los niveles de servicio obtenidos con cada una de las propuestas de en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.

**CAPITULO II:****MARCO TEÓRICO****2.1. Antecedentes de la investigación****2.1.1 Antecedentes nacionales**

Título: “Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 y VISSIM 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en LIMA”

Autor: Favio Jorge Vera Lino

Año: 2012

Universidad: Pontificia Universidad Católica del Perú

Conclusiones:

La principal deficiencia de los métodos estudiados se relacionaría con la estimación de las tasas de flujo de saturación, las mismas que no corresponderían con aquellas tasas medidas directamente de datos de campo; siendo de esperar que los valores de tasa de flujo de saturación estimados por el HCM y VISSIM se encuentren entre 20% y 30% por debajo de los valores medidos directamente. Si se considera la ecuación, las diferencias podrían deberse a que en realidad la tasa de flujo de saturación ideal para Lima es menor a la recomendada por el HCM (1900 veh/h/carril), o tal vez a que los procedimientos de estimación de los factores de ajuste de la tasa de flujo de saturación ideal no son aplicables bajo las condiciones de tráfico locales. Por lo tanto, antes de aplicar la Ecuación 11 para la estimación de la tasa de flujo de saturación, serían necesario determinar la tasa de flujo de saturación ideal representativa de la ciudad de Lima, pero además calibrar todos los procedimientos y ecuaciones de estimación de los factores de ajuste para incorporar los efectos e interacciones del tránsito local; caso contrario, no sería recomendable emplear el HCM 2000 ni VISSIM 7 para la estimación de las tasas de flujo de saturación.

Aporte: Se tomará como referencia la metodología utilizada, de tal manera que sirva como guía en el desarrollo de la misma, para ello se consultará la bibliografía utilizada



como sustento teórico. Asimismo, esta tesis será importante porque se podrá establecer puntos de cotejo, esto nos permitirá comparar resultados y contrastarlos.

Título: “Micro simulación del tráfico de la intersección de las avenidas Bolívar, Córdova y calle Andalucía empleando el software Vissim 6”

Autor: Moises Agustín Alcalá Ramos

Año: 2016

Universidad: Pontificia Universidad Católica del Perú

Conclusiones:

En el presente proyecto se obtuvieron dos propuestas de mejoras (diferentes escenarios de circulación de los usuarios dentro de la intersección). En la primera, se optimiza el ciclo del semáforo, es decir, se logra una reducción de tiempo con apreciables mejoras en los parámetros de eficiencias con respecto a la situación actual; mientras en el segundo, se decide redistribuir el flujo de los vehículos en la intersección mediante el cierre de uno de sus accesos así como la optimización del ciclo del semáforo. Por lo tanto, un detallado estudio de la red vial, podría generar comportamientos muy eficientes con muchas alternativas de circulación dentro de ella. Con respecto a las dos propuestas presentadas, a pesar de lograr con ambas un escenario con mejores parámetros de eficiencias, se considera la primera propuesta como una mejor alternativa, pues no es necesario realizar una redistribución vehicular.

El uso del software Vissim resulta ser muy favorable para el estudio del funcionamiento de la red vial, así como el estudio de la circulación de los usuarios de ella, debido a que evita una alta demanda de tiempo en estar localizado para los detalles necesarios de estudio (estudios in situ). Además de representar de manera correcta una red vial que sea requerida y obtener resultados con un alto grado de precisión, de tal manera, que si se requiera el caso, se puede modificar los datos de entrada de una manera rápida y analizar propuestas de mejora para el estudio de un proyecto.

Aporte: El uso y manejo del software VISSIM para poder realizar las simulaciones necesarias, de tal manera sirva de apoyo en el desarrollo de la misma, para ello se consultará la bibliografía utilizada de manera que fortalezcan el marco teórico.



2.1.2 Antecedente Internacionales

Título: “

Autor: Ketty Fontalvo Arrieta

Año: 2013

Universidad: Universidad de Cartagena

Conclusiones:

Incluidos los datos requeridos por el software PTV VISSIM en su versión 5.3, se calibró el programa para que este reflejara las condiciones del tráfico para las ciudades colombianas, para nuestro caso Cartagena. Arrojados los datos por el programa se procedió a realizar un análisis detallado de los problemas que se presentan y se presentarán si no se toman medidas para regular el tráfico vehicular cuando se ponga en marcha la implementación del sistema de transporte masivo TRANSCARIBE.

Los resultados de la información de campo nos dan una idea del porque se presentan largas longitudes de cola en los accesos NW (13 de junio) especialmente. Este acceso presenta un solo carril que entra en la intersección del Gallo y que tienen un volumen vehicular considerable, del cual el volumen de motos que entra, presenta más del 50% del volumen total, lo que ocasiona que la vía trabaje con un nivel de servicio deficiente. Como se espera que para cuando el sistema de transporte Transcaribe, entre en operación, la vía cuente con un buen nivel de servicio, puesto que esta es una vía troncal en la cual transitan las rutas principales (rutas troncales), las rutas pre-troncales, las alimentadoras y las complementaria se requiere que se tomen medidas correctivas desde la situación actual. Los resultados para las proyecciones futuras, muestran que para los 20 años se presenta las condiciones más desfavorables, llegando a colapsar los accesos NW, S,NE de la intersección Bomba El Gallo y de la intersección Bomba El Amparo, el acceso S.

Aporte: Se tomará como referencia la metodología utilizada, específicamente la herramienta VISSIM , asimismo cabe tener en cuenta que pueden existir diferencias en el uso de las versiones del VISSIM, entonces se podrán observar diferencias en las modelaciones realizadas.



2.2.Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1 Usuario

2.2.1.1 Peáton:

Un peatón es la persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones los que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él. (Sánchez, 2014)

2.2.1.2 Conductor:

El conductor es la persona que maneja el mecanismo de dirección o va a los mandos, todos los vehículos que circulan por la vía pública necesitan un conductor. El conductor, mientras conduce, está recibiendo información permanente de la situación de la vía y su entorno, lo que le permite una conducción segura; por lo tanto, cuanto mejor sea la información y en mejores condiciones la reciba, mejor será su respuesta a la conducción. (Sánchez, 2014)

2.2.1.3 Visión:

La importancia de la visión para desarrollar actividades cotidianas es conocida por todos y, en especial, por los que trabajamos en el cuidado de la visión, dando más importancia a las que puedan afectar a la seguridad de otras personas. (González R. P., 2014)

2.2.1.4 Distancias para detener un vehículo:

Se entiende como distancia de seguridad aquella que es necesario mantener con el vehículo que nos precede para que, en caso de frenada brusca y repentina, no se colisione con él. (Fremap, 2016)

2.2.2 Camino

2.2.2.1 Estadística nacional:

La Estadística se ocupa de la recolección, agrupación, presentación, análisis e interpretación de datos. (INEI, 2006)



2.2.2.2 Clasificación de una red vial:

Según el manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG, 2001) aprobado por el MTC, se clasifica la Red Vial Nacional según su función, de acuerdo a la demanda o según sus condiciones orográficas, es así que: según su función, la Red Vial Nacional se clasifica en tres grandes Rubros: Red Vial Primaria o Red Vial Nacional, Red Vial Secundaria o Red Vial Departamental y Red Vial Terciaria o Red Vecinal; de acuerdo a la demanda, tenemos: Autopistas, Carreteras Duales o multicarril y Trochas carrozables. (Montoya, 2008)

2.2.2.3 Partes integrantes de una carretera:

Una carretera es una vía donde circulan automóviles y vehículos de carga, es rápida y segura y su volumen de circulación es considerablemente grande. Para poder ser catalogada de este tipo debe cumplir con varias características según su tipo: dos bandas de circulación, una para cada sentido, separadas por vallas de protección o por una franja de terreno, por lo menos dos carriles de circulación, uno por sentido, un acotamiento lateral en cada banda para que los vehículos puedan parar por alguna emergencia sin parar el tráfico. Las curvas son menos pronunciadas en comparación a las carreteras que pueden ser hasta de 180°, entradas y salidas con carril confinado para no reducir la velocidad de los demás usuarios. (Montoya, 2008)

2.2.2.4 Ciudad

Según (Engels, 2003), las ciudades han sido contempladas a lo largo de la historia como contextos de relaciones en los que se habría hecho realidad el trabajo especializado, donde las actividades desarrolladas en una sociedad habrían llegado a ser ejercidas por sujetos que dedicarían su tiempo a determinado tipo de trabajos y no a otros.

Concretamente, la ciudad acogía a sectores dedicados a ciertas tareas, mientras que el campo pasaba a ser el ámbito de otros trabajos especializados esta división genera sociedad entre trabajos urbanos y trabajos rurales, entre un mundo urbano y un mundo rural. (Engels, 2003)

2.2.2.5 Vías Urbanas

Las vías urbanas se caracterizan esencialmente por su multifuncionalidad, la gran parte es utilizada por los peatones y por todo tipo de vehículos, en estas vías existe zonas en las cuales estas divididas en zonas de paradas y estacionamientos para los distintos tipos



de vehiculos, en las vias urbanas existe una serie de servicios que recorren por ellas las cuales son electricidad, gas, agua potable y aguas residuales, los cuales requieren trabajos de mantenimientos y renovaciones periodicas. (Cluskey, 1985)

2.2.2.6 Intersecciones

Según (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1995), denomina interseccion al área en que dos o más vías se encuentran o se cruzan y al conjunto de plataformas y acondicionamientos que pueden ser necesarios para el desarrollo de todos los movimientos posibles o permitidos de vehículos y peatones. La localización y diseño de intersecciones constituye uno de los instrumentos de uso más generalizado para mantener la velocidad e intensidad del tráfico automóvil en niveles compatibles con las exigencias del entorno urbano (templado de tráfico).

De ahí que, la (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1995) recomienda se adopten como objetivos principales de la localización y el diseño de intersecciones los siguiente:

- La mejora de la circulación del tráfico motorizado, contribuyendo a la definición de los niveles jerárquicos del viario.
- La reducción de la severidad de los conflictos potenciales entre automóviles, autobuses, camiones, peatones y ciclistas, facilitando simultáneamente la comodidad y confort de su travesía por los usuarios.
- El control de las condiciones de circulación (intensidad, velocidad) y, en particular, el templado del tráfico automóvil.

Este mismo manual nos tipifica criterios para intesecciones dentro de una la red vial, se consideran los siguientes tipos:

- Intersecciones convencionales, las que solucionan a nivel el encuentro o cruce de calles sin regulación semafórica o circulación circular. Pueden ser canalizadas o sin canalizar.
- Intersecciones semaforizadas, las que están reguladas permanente o mayoritariamente mediante sistemas de luces que establecen las prioridad del paso por la intersección.
- Intersecciones giratorias, en las que el encuentro de las vías se resuelve mediante una calzada de circulación giratoria única en torno a un islote central.



- Intersecciones a nivel mixtas, las que combinan algunas de las anteriores.
- Intersecciones a distinto nivel
- Intersecciones a distinto nivel sin solución de parada o enlaces, las que resuelven el encuentro y cruce de vías a distinto nivel sin que se produzcan cruces de trayectorias ni puntos de parada de alguna de las corrientes de tráfico rodado.
- Intersecciones parciales a distinto nivel con solución de parada o enlaces parciales, las que disponiendo de elementos a más de un nivel, exigen la solución a nivel de algunos cruces entre trayectorias vehiculares, lo que puede exigir la parada de alguna corriente circulatoria. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1995)

2.2.3 Dispositivos para el control de tráfico

2.2.3.1 Clasificación de dispositivos de control:

Se denominan dispositivos de control del tránsito, a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios, las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de las calles o carreteras. (Santoni, 2015)

2.2.3.2 Señales preventivas:

Las señales de tránsito son nuestra guía cuando se trata de conducir, por ello resulta importante conocerlas y entender su significado, en especial cuando su función es la prevenir o evitar accidentes informando al conductor acerca de cambios en la vía o condiciones de las carreteras sobre las que es importante estar al tanto. Éste tipo de señalización se conoce como "de prevención". (Escuela Industrial, 2014)



Figura 11: Ejemplo de Señal Preventiva (Zona de Derrumbes)

Fuente: pinterest.com

2.2.3.3 Señales restrictivas:

Son las de color blanco con un aro de color rojo y que tienen por objeto indicar la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito. (Escuela Industrial, 2014)



Figura 12: Ejemplo de Señal Preventiva (Prohibido Peatones)

Fuente: pinterest.com

2.2.3.4 Señales informativas:

Son aquellas con leyendas y/o símbolos, que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. (Escuela Industrial, 2014)



Figura 13: Ejemplo de Señal Informativa (Discapacitados)

Fuente: pinterest.com

2.2.3.5 Semáforos:

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control. (Escuela Industrial, 2014)

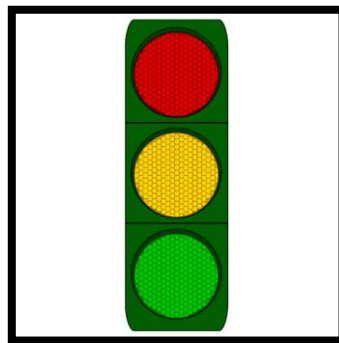


Figura 14: Representación de un Semáforo

Fuente: pinterest.com

2.2.4 Volumen de tránsito

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el objetivo de obtener información de volúmenes vehiculares sobre determinados puntos dentro de un sistema vial, el volumen de tránsito se define como:



El volumen total durante un período de tiempo dado (en días completos), mayor que un día y menor que un año dividido entre el número de días en ese período. (Cal y Mayor, 2007)

Sin embargo, también se define que en ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de:

- Volumen
- Tasa de flujo
- Demanda
- Capacidad

Estas estimaciones mantienen una relación importante entre si y se expresan en los mismos sistemas de unidad o parecidos, que por lo general no son las mismas.

El volumen, la tasa de flujo, demanda y capacidad se definen como:

- **El volumen.** - Es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico. (Cal y Mayor, 2007)
- **La tasa de flujo.** -Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos o personas durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente. (Cal y Mayor, 2007)
- **La demanda.** -Es el número de vehículos (o personas) que deban viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que en algunos viajes se desvían a rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial. (Cal y Mayor, 2007)
- **La capacidad.** - Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre debido a la capacidad estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo. (Cal y Mayor, 2007).

Por lo anterior, se define como volumen de tránsito, como el número de vehículos que transitan por un punto dado en un periodo específico de tiempo y expresado por:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

- Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (veh/periodo)
- N = Número total de vehículos que pasan (veh)
- T = Periodo determinado (unidad de tiempo)

Debido a que la investigación tendrá que medir aforo vehicular se tendrán que clasificar de acuerdo al tiempo determinado por el que transitan.

Volumen de tránsito absolutos o totales: Son volúmenes de tránsito que están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, este lapso puede ser un año, un mes, una semana, un día o una hora. (Orozco, 2012)

Volumen de tránsito promedio diarios: Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas. ($T = 1$ día). (Orozco, 2012)

Volumen de tránsito horarios: Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos. ($T = 1$ hora). (Orozco, 2012)

2.2.4.1. Volúmenes de Tránsito Horarios

a) Volumen horario máximo anual (VHMA)

Corresponde al máximo volumen horario que pasan por un punto o sección de un carril, es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.

Como todo flujo vehicular también se medirá en vehículos respecto a la hora, es por esto que de todas las horas que contiene un año, el valor a tomarse como resultado de la medición es el mayor de todos. (Cal y Mayor, 2007)

b) Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Corresponde al máximo número de vehículos que pasan por un punto o secciones del carril durante 60 minutos consecutivos. Con respecto a este volumen es importante



respetar la continuidad de los minutos de los cuales se tomará el valor de aforo ya que de esto dependerá la interpretación de datos. (Cal y Mayor, 2007)

c) Volumen horario de proyecto (VHP)

Como los volúmenes de demanda en el año de diseño van a variar de hora en hora, es preciso escoger uno de esos volúmenes como volumen horario de diseño (VHD). Para vías urbanas sugiere que para cada semana del año de diseño se estime el valor del máximo volumen en las horas picos (diarias) y se designe el VHD como el promedio de esos valores. (Cal y Mayor, 2007)

Estos valores luego de identificarse y promediarse para obtener un valor representativo, se usan generalmente para el planteamiento y la formulación de diseño en los diferentes proyectos.

2.2.4.2 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Para (Cal y Mayor, 2007) la determinación de la hora de máxima demanda se llama factor horario de máxima demanda FHMD y se da como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{max})}$$

Donde:

- N = número de periodos durante la hora de máxima demanda
- $VHMD$ = volumen horario de máxima demanda
- Q_{max} = volumen máximo, puede ser 5, 10 o 15 minutos

Sin embargo es necesario acotar que en (ICG, 2005) nos indica que se pueden tomar valores como: $Q_{max} = 15$ min, N es dividido entre la cantidad de minutos (5,10 o 15) en una determinada hora a utilizar.

2.2.4.3 Intensidad

Según la (TRB, 2000) define a la intensidad de tráfico el número de vehículos que pasa a través de una sección fija de carretera por unidad de tiempo. Las unidades más usadas son vehículos/hora (intensidad horaria) y vehículos/día (intensidad diaria).

Es la característica más importante de la circulación, ya que las demás están relacionadas con ella y proporciona una descripción muy intuitiva del comportamiento del tráfico en cada momento. Generalmente el período de medida se extiende a un año y la intensidad media diaria (IMD) es la magnitud más utilizada para caracterizar a cualquier vía. Se define como el número total de vehículos que atraviesan una sección en un año dividido por 365 días. (Cal y Mayor, 2007)

2.2.4.4 Uso de los volúmenes de tránsito:

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Sirven además como medida para determinar: la utilización vial, la capacidad vial y la demanda del tránsito. Los errores que se cometan en la determinación de volúmenes de tránsito se traducirán en problemas como congestión. (Orozco, 2012)

2.2.5 Velocidad

Es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en justamente, recorrerlo. Para una velocidad constante, se define como una función lineal de la distancia y el tiempo (Cal y Mayor, 2007), expresada por:

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde:

- v = velocidad constante (Km/h)
- d = distancia recorrida (Km)
- t = tiempo recorrido (h)

La velocidad conforma junto a la intensidad y la densidad, el grupo de las tres variables esenciales de cualquier estudio de tráfico y es fácil relacionarlas de manera que puede

obtenerse una de ellas a partir de las otras dos. Sin embargo, cuando se tratan problemas de zonas urbanas como es el caso de esta tesina, es frecuente que la velocidad de cada vehículo sufra grandes cambios durante el viaje, con constantes paradas y arrancadas por la presencia de intersecciones semaforizadas, señales de stop o ceda el paso y otros elementos como la carga y descarga o el estacionamiento de vehículos.

En este caso, el conocimiento de las velocidades instantáneas es poco representativo y es más útil trabajar con velocidades medias de recorrido para estimar la calidad de la circulación. A pesar que no se disponen datos de velocidades para la realización de esta tesina, se ha creído conveniente citarla por tratarse de una de las tres variables más características del tráfico y por estar relacionada con intensidad y densidad. (Cal y Mayor, 2007)

2.2.5.1. Velocidad de punto

La velocidad de punto se conducen para estimar la distribución de velocidades de vehículos en una corriente del tráfico, en una localización particular en una carretera. La velocidad de un vehículo se define en el índice del movimiento del vehículo, se expresa generalmente en millas por hora o kilómetros por hora. (González M. , 1999)

2.2.5.2. Velocidad Media Temporal

La velocidad media temporal es la velocidad media de todos los vehículos que pasan por un perfil fijo de la carretera en un cierto periodo de tiempo. (González M. , 1999)

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Donde:

- \bar{v} = velocidad media temporal v_i = velocidad del vehículo i
- n = número total de vehículos observados

2.2.5.3. Velocidad Media Espacial

La velocidad media espacial es la velocidad media de todos los vehículos que en un instante determinado están en un tramo de carretera dado. (González M. , 1999)

$$\bar{v}_e = \frac{d}{t}$$

Donde:



- \bar{v}_e = velocidad media espacial
- d = distancia dada
- t = tiempo promedio de recorrido

2.2.5.4. Velocidad de recorrido

La velocidad media de recorrido es la media de las velocidades de recorrido de todos los vehículos en un tramo de carretera. (González M. , 1999)

2.2.5.5. Velocidad de Marcha

Es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. (Cal y Mayor, 2007)

2.2.5.6. Velocidad de Proyecto

Es la velocidad máxima a la cual transitan los vehículos con un seguridad relativa sobre un punto específico en una vía. La selección de dicha velocidad depende de la importancia de la futura vía a diseñar, los volúmenes de tránsito que circularan y de la configuración topográfica de la zona. (Cal y Mayor, 2007)

2.2.6 Analisis del flujo vehicular

Según (Lozano, Torres, & Antún, 2003), el flujo vehicular producido en un momento y lugar es el resultado de una serie de decisiones individuales de los usuarios de la red vial. Cada usuario decide cómo y cuándo recorrer lo que considera la mejor ruta para llegar a su destino. Su decisión puede basarse en criterios tales como costo, tiempo, seguridad y comodidad. El usuario debe decidir qué ruta recorrer y que modos de transporte utilizar, decisión que depende, entre otras cosas, de la congestión en los arcos o viabilidades de la ruta.

El tiempo de recorrido en cualquier ruta, desde un cierto origen a un cierto destino, es una función del flujo y de las congestiones totales. Por lo tanto, no es fácil determinar la ruta más corta en tiempo en una red.

Se ha intentado representar el tráfico vehicular de acuerdo con la teoría hidrodinámica, mediante modelos de aproximaciones de fluidos de primer y segundo orden, pero hasta

ahora dichos modelos sólo han permitido representar situaciones muy simples del comportamiento del flujo vehicular.

La teoría del flujo vehicular consiste en una correlación matemática entre algunos elementos de un flujo vehicular, entre estos elementos podemos encontrar el mismo flujo, la densidad del tránsito y la velocidad del mismo. (Lozano, Torres, & Antún, 2003).

2.2.6.1. Variables relacionadas con el flujo

Las variables relacionadas con el flujo son la tasa de flujo, el volumen, el intervalo simple entre vehículos consecutivos y el intervalo promedio entre varios vehículos.

1. Tasa de Flujo (q) y Volumen (Q)

La tasa de flujo, q , es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por una sección de un carril o una calzada (Cal y Mayor, 2007), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T}$$

2. Intervalo Simple (h_i)

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, comúnmente expresado en segundos. (Cal y Mayor, 2007)

3. Intervalo Promedio (\bar{h})

Es el promedio de todos los intervalos simples existentes en todos los vehículos que circulan por un eje vial (Cal y Mayor, 2007), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N - 1}$$

Donde:

- \bar{h} = intervalo promedio (s/veh)
- N = número de vehículos (veh)
- $N - 1$ = número de intervalos (veh)
- h_i = intervalo simple

2.2.6.2. Variables relacionadas con la velocidad

Estas variables son la velocidad de punto, la velocidad instantánea, la velocidad media temporal, la velocidad media espacial, la velocidad de recorrido, la velocidad de marcha, la distancia de recorrido y el tiempo de recorrido (Cal y Mayor, 2007), todas descritas anteriormente.

2.2.6.3. Variables relacionadas a la densidad

Estas son la densidad, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre otros vehículos. (Cal y Mayor, 2007).

1. Densidad (k)

Es el número de vehículos, N , que ocupan una distancia específica, d , de una vía en un periodo específico (Cal y Mayor, 2007). Se expresa como:

$$k = \frac{N}{d}$$

2. Espaciamiento Simple (s_i)

Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos. (Cal y Mayor, 2007)

3. Espaciamiento promedio (\bar{s})

Es el promedio de todos los espaciamentos simples, s_i , entre los diversos vehículos que transitan por una vía (Cal y Mayor, 2007), se expresa mediante la siguiente expresión:

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} s_i}{N-1}$$

Donde:

- \bar{s} = espaciamiento promedio (m/veh)
- N = número de vehículos (veh)
- $N - 1$ = número de espaciamentos (veh)
- s_i = espaciamentos simples

2.2.7 Análisis de la Congestión

La capacidad de un sistema es el número de máximo de entidades que pueden ser procesadas por unidad de tiempo. Por lo tanto, la congestión ocurre porque el sistema vial tiene una capacidad limitada. (Cal y Mayor, 2007)

2.2.7.1. Elementos de un sistema de filas de espera

De acuerdo a Thomson (2002), las causas de la congestión vehicular son variadas. Sin embargo, entre los factores que la provocan se encuentran factores de corto, el rápido crecimiento en el número de hogares y trabajos en un área inevitablemente incrementa el flujo diario de automóviles a través de dicha área y de largo plazo, la mayoría de las organizaciones empiezan y terminan sus horas de trabajo a la misma hora, de modo que sus empleados pueden interactuar con empleados de otras organizaciones. Los empleados tienen que viajar al mismo tiempo (Catarina, 2015)

1. Las llegadas o características de entrada:

Estas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo o intervalos de tiempo. (Cal y Mayor, 2007)

2. Los servicios o características de salida

Estos también se expresan como tasas de flujos o intervalos. (Cal y Mayor, 2007)

3. El procedimiento de servicio o disciplina de la cola

En casi todos los sistemas viales el procedimiento de servicio esta basado en que el primero que llega es el primero que sale. Este régimen se determina por tres valores alfanuméricos (Cal y Mayor, 2007), siendo estos los siguientes:

$$a/b/c$$

Donde:

- a = identifica el tipo de llegadas
- b = identifica el tipo de salidas
- c = identifica el número de estaciones de servicio



Análisis de cuellos de botellas: Los cuellos de botella se presentan en tramos donde la sección transversal reduce su ancho en términos del número de carriles. Normalmente se presentan situaciones en las que la demanda vehicular es mayor a la capacidad, por lo que se presentan problemas de congestión. (Cueva, 2012)

2.2.8 Capacidad vial

La capacidad de una infraestructura de transporte refleja su facultad para acomodar un flujo de vehículos o personas. Es una medida de la oferta de transporte. Así, al interactuar la oferta con la demanda se tendrán unas condiciones que definen la calidad del flujo; esto es, el nivel de servicio. (Cerquera, 2007)

Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al “flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito”. (Cerquera, 2007)

2.2.8.1 Condiciones prevalecientes:

En principio, una condición es ideal cuando su mejora no produce un incremento en la capacidad. En estas condiciones se presume buen clima, pavimento en buen estado, usuarios “racionales” y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo. (Cerquera, 2007)

1. Condiciones de infraestructura vial

Son las características físicas de la vía, el desarrollo de su entorno, sus características geométricas y el tipo de terreno. (Cal y Mayor, 2007)

2. Condiciones de tránsito

Referente a la distribución del tránsito en el tiempo y el espacio, y a la distinta clasificación de los vehículos ya sean livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos. (Cal y Mayor, 2007)

3. Condiciones de control

Incluye a los dispositivos de control de tránsito, ya sean semáforos y señales de todo tipo. (Cal y Mayor, 2007)

2.2.8.2. Nivel de servicio

El nivel de servicio de una intersección esta directamente relacionado con la demora promedio por controles por vehículo. Una vez obtenida la demora para cada grupo de carriles y agregada para cada acceso y para la intersección como un todo, se determinan los niveles de servicio. (Cal y Mayor, 2007)

Según el (Instituto Nacional de Vías, 1996) define al nivel de servicios mediante valores, los cuales son:

Nivel de servicio A.

Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona. Demora por control (segundos/vehículo) ≤ 10 (Instituto Nacional de Vías, 1996)



Figura 15: Representación del Nivel de Servicio A

Fuente: tresingenieros.com

Nivel de servicio B.

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

conductor es bueno. Demora por control (segundos/vehículo) $> 10-20$ (Instituto Nacional de Vías, 1996)



Figura 16: Representación del Nivel de Servicio B

Fuente: tresingenieros.com

Nivel de servicio C.

Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado. Demora por control (segundos/vehículo) $> 20-35$ (Instituto Nacional de Vías, 1996)



Figura 17: Representación del Nivel de Servicio C

Fuente: tresingenieros.com

Nivel de servicio D.

El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente. Demora por control (segundos/vehículo) $> 35-55$ (Instituto Nacional de Vías, 1996)



Figura 18: Representación del Nivel de Servicio D

Fuente: tresingenieros.com

Nivel de servicio E.

Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad. Demora por control (segundos/vehículo) $> 55-80$ (Instituto Nacional de Vías, 1996)



Figura 19: Representación del Nivel de Servicio E

Fuente: tresingenieros.com

Nivel de servicio F.

Representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente. Demora por control (segundos/vehículo) > 80 (Instituto Nacional de Vías, 1996)



Figura 20: Representación del Nivel de Servicio F

Fuente: tresingenieros.com



2.2.8.3. Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio

La capacidad esta dada bajo condiciones prevalecientes de la vía (características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.), del control (dispositivos de control de transito como semáforos, señales, movimientos permitidos), y del transito (composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular). Nivel de Servicio A representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito, nivel de Servicio B está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A y Nivel de Servicio C Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. (Cerquera, 2007)

2.2.8.4. Segmentos basicos de autopistas

Son aquellas secciones de la autopista que no son afectadas por los movimientos de unión y separación que se producen en las proximidades de las rampas de entrada y salida, ni por las maniobras de entrecruzamiento. (Cal y Mayor, 2007)

1. Anchura de carril y obstáculos laterales
2. Velocidad de proyecto reducida
3. Camiones, autobuses y vehículos recreativos
4. Características de la población de conductores

2.2.9. Semáforos

A lo largo del tiempo se ha encontrado en la semaforización una solución viable para la funcionalidad y eficiencia de un cruce. Investigaciones de intersección semaforizadas han llevado a la determinación de demoras, longitud de línea, dispersión del pelotón, disipación de línea y características del conductor y del vehículo, todo esto bajo condiciones de flujo de transito homogéneas (Asaithambi, 2008)



El sistema convencional de control de tráfico semaforizado con tiempos fijos es uno de los más populares y viejos sistemas en el mundo. El controlador de este tipo semáforos repite tiempos de fases preestablecidos derivados de análisis de patrones de tránsito históricos. Con el desarrollo de la tecnología, se han desarrollado métodos de programación de semáforos para ajustar los tiempos de señal para las diferentes fases conforme a los datos de tránsito en tiempo real. Algunos de estos métodos son, el control accionado por vehículo, el control semi-accionado, el control de onda de luz verde, entre otros (Pranevicius, 2011).

Con la implementación de estos programas en tiempo real, se han desarrollado análisis para el mejoramiento de flujo en una intersección mediante nuevos sistemas de semaforización. Tal es el caso de la evaluación realizada por Moras, donde él y su equipo de trabajo analizaron la posibilidad de utilizar semáforos inteligentes para mejorar el desempeño del sistema que se presentaba en Veracruz, México. El programa es una plataforma para desarrollar simulaciones en tiempo real y encontrar valores óptimos para los parámetros simulados.

De este modo se creó un modelo para evaluar el sistema de semáforos en Orizaba, para lo cual se introdujeron en el programa los datos de flujo vehicular en horarios de máxima demanda, así como los datos de flujo de las demás horas. De acuerdo a la configuración de la zona donde se implementaría el uso de semáforos inteligentes, con la ayuda del modelo lograron proponer diferentes alternativas de solución, las cuales combinaban el uso de semáforos de tiempo fijo e inteligentes (Moras, 2009)

La semaforización depende de varios factores, incluyendo el flujo vehicular, la seguridad de los peatones, puntos de conflicto, beneficios económicos, entre otros. Las señales de tránsito deben ser diseñadas correctamente para evitar retrasos innecesarios y optimizar el funcionamiento de la intersección (Boumedine, 2009).

Según (TRB, 2000); el mejoramiento de las señales de tránsito puede incrementar la capacidad de una intersección. Dicho mejoramiento se puede alcanzar por medio de cambios en las fases de los semáforos y un control de tránsito coordinado. Dentro del contexto de mejoramiento de fases en los semáforos, uno de los enfoques más extendidos para el manejo de intersecciones semaforizadas es el de la lógica difusa (Fuzzy Logic).



Niittymäki y Pursula simularon una intersección semaforizada aislada empleando Lógica Difusa. El controlador difuso trabajaba en dos niveles. El nivel superior identificaba las condiciones de tránsito y el de nivel inferior definía el ciclo de luz verde. Se comprobó que el controlador difuso redujo los retrasos y paradas cuando el volumen de tránsito era grande. Así mismo, estudios han comprobado que el hacer a los significativamente al mejoramiento de la capacidad vial en ellas. (Pranevicius, 2011).

Para realizar un estudio adecuado del tráfico se tendrá que apoyar del manual de capacidad el cual nos ayuda teóricamente a entender temas relacionados al tráfico Según (TRB, 2000) define los siguientes conceptos:

V : Duración de la fase verde (se permite el paso de vehículos) [seg]

R : Duración de la fase roja (no se permite el paso de vehículos) [seg]

T : Ciclo del semáforo = V + R [seg]

Mientras el semáforo esté en su fase de verde podrá pasar por el acceso un número máximo de vehículos hora, que constituye lo que se denomina intensidad de saturación. Multiplicando esta intensidad de saturación por la relación entre la duración de la fase de verde y la del ciclo se obtiene el máximo número de vehículos que pueden pasar en una hora (capacidad).

$$C_i = S_i \left(\frac{g_i}{C} \right)$$

Donde:

- C_i = capacidad del grupo de carriles (veh/hora)
- S_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (veh/hora verde)
- g_i = tiempo verde efectivo para el grupo de carriles i (segundos verdes)
- C = ciclo del semáforo (segundos)
- g_i/C = relación de verde efectivo para el grupo de carriles

2.2.9.1. Determinación de las demoras

Los valores a calcular representan la demora media por control experimentada por todos los vehículos que llegan en el periodo de pruebas, incluidas aquellas que ocurren antes del periodo de análisis cuando el grupo de carriles esta sobresaturado, siendo la demora por control la que incluye los movimientos a velocidades bajas y las paradas en las entradas a la intersección, cuando los vehículos bajan la velocidad (Cal y Mayor, 2007). Esta se calcula de la siguiente manera:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3$$

Donde:

- d = demora media por control (s/veh)
- d_1 = demora uniforme (s/veh)
- PF = factor de ajuste por coordinación
- d_2 = demora incremental (s/veh)
- d_3 = demora por cola inicial (s/veh)

Factor de ajuste por coordinación.- Una buena coordinación de semáforos dará como resultado una proporción alta de vehículos que llegan en verde. (Cal y Mayor, 2007)

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

Donde:

- P = proporción de vehículos que llegan en verde
- $\frac{g}{c}$ = proporción de tiempo verde disponible
- f_{PA} = factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan en verde

Demora uniforme.- Esta ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no exista saturación durante ningun ciclo. (Cal y Mayor, 2007)

$$d_1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left[\min(1, X) \frac{g}{c}\right]}$$

Demora incremental.- Esta toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen. (Cal y Mayor, 2007)

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIX}{cT}} \right]$$

Donde:

- T = duración del periodo de análisis (0.25h)
- k = factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones accionadas. $k = 0.50$ para prefijadas.
- I = factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba. $I = 1.00$ para aisladas.

Demora por cola inicial.- Cuando una cola residual existe antes del periodo de análisis, los vehículos experimentan una demora adicional, debido a que la cola inicial deberá primero desalojar la intersección.

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT}$$

Donde:

- Q_b = cola inicial al principio del periodo T (veh)
- c = capacidad (veh/h)
- T = duración de periodo de análisis (0.25h)
- t = duración de la demanda insatisfecha (h)
- u = parámetro de demora



2.2.9.2. Ventajas y desventajas

Como ventajas se tiene, hace ordenada la circulación del tránsito y, en ciertos casos, llega a aumentar la capacidad de la call, reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes y con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener la circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. Y como desventajas se incurrirá en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica, producen demoras injustificadas a cierto número de usuarios, en especial cuando se tratan de volúmenes pequeños de tráfico. Y producen reacción desfavorable en el público con la consiguiente falta de respeto tanto a las señales, semáforos o hacia las autoridades. (Valencia, 2000)

2.2.9.3. Numero de lentes y caras

Las caras de un semáforo, excepto las de semáforos para peatones, deben tener por lo menos tres lentes: rojo, amarillo y verde. Pero no más de cinco, en el caso de que se agreguen lentes con flechas direccionales con el fin de dar indicaciones para la circulación de frente, de giro a la derecha o a izquierda. (Valencia, 2000)

2.2.9.4. Semáforos de tiempo fijo

Son los que regulan el tránsito de acuerdo con uno o más programas de tiempos determinados previamente y que permanecen invariables. Las características de diseño de estos semáforos, permiten ajustarlos a las variaciones de los volúmenes de los vehículos en períodos de diseño particulares. (Valencia, 2000)

2.2.9.5. Distribucion de los tiempos de semáforos

Coordinacion de semáforos:

La coordinación de semáforos consiste en la sincronización de los programas de tiempo de los semáforos con el propósito de favorecer la progresión del tránsito, es decir, que



los grupos de vehículos (pelotones) avancen a lo largo de la vía o rutas (sucesión de vías) manteniendo una velocidad compatible con las características geométricas de la vía que recorre y el nivel de servicio del tránsito, experimentando el mínimo de demoras y detenciones. La coordinación exige que todas las intersecciones tengan la misma duración de ciclo. (Valencia, 2000)

Sistema de coordinación:

Sistemas con planes fijos es aquí donde nace el concepto de controlador maestro. Los planes se calculan exteriormente y se implementan en cada controlador local. Estos sistemas utilizan señales eléctricas para indicar los cambios de fase y sistemas semiflexibles en este caso, los semáforos funcionan con un ciclo común el cual se divide en una parte fija y una no controlada. La parte fija es la que se encarga de mantener la progresión o la coordinación en la arteria principal. (Valencia, 2000)

2.2.9.6. Diagrama de espacio-tiempo

Semáforos accionados por el tránsito: Un semáforo accionado por el tránsito es un sistema cuyo funcionamiento varía de acuerdo con las demandas del tránsito que registren los detectores de vehículos o peatones, los cuales suministran la información a un control local. Se usarán en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular y en donde las interrupciones de la circulación deben ser mínimas en la dirección principal. (Valencia, 2000)

2.2.10. Estacionamientos

2.2.10.1. Tipos de Estacionamientos

- Estacionamientos en la vía pública
- Estacionamientos fuera de la vía pública

2.2.10.2. Oferta y Demanda

Para conocer las características de los estacionamientos, es necesario proceder con la realización de diferentes inventarios y estudios, que permitan determinar la demanda de espacios y corroborar las necesidades físicas, para así incrementar la oferta de dichos espacios existentes. (Cal y Mayor, 2007)

Conocida la oferta y la demanda, se procede a determinar el índice de rotación, este está definido por la siguiente expresión:

$$I_r = \frac{\text{Número de vehículos que se estacionan}}{\text{Número de espacios para estacionarse}}$$

Por otra parte, se define como la duración absoluta o media de estacionamiento como:

$$D_e = \frac{1}{I_r}$$
$$D_e = \frac{1}{\frac{\text{Vehículos/Hora}}{\text{Cajón}}} = \frac{\text{Horas/Cajón}}{\text{Vehículo}}$$

Asimismo, la capacidad de un estacionamiento se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$U_c = \frac{\text{Oferta} - \text{Cajones Vacíos}}{\text{Oferta}} = \frac{C - \text{Cajones Vacíos}}{C}$$

Dicho de otra manera, U_c indica el grado de ocupación que puede tener un determinado estacionamiento

2.2.11. Metodología HCM

Para determinar qué tan óptimo es el flujo vehicular en una intersección, el HCM identifica la capacidad y el nivel de servicio (NS). Estos son fundamentales para definir como se encuentra la intersección en el momento del análisis y poder decir con certeza como se está llevando a cabo el tráfico diariamente. Tanto la capacidad como el NS son análisis que se realizan por separado, a partir de un proceso que se inicia con la recaudación de la información (aforos) que conllevan mediante un análisis al obtener la capacidad y por consiguiente el NS en el que se encuentra.

Para hallar la capacidad o el NS es imprescindible entender en primera medida la forma en que se manejan o se agrupan los carriles, identificado como: movimientos por carriles o movimientos por grupos de carril (GC), definido GC como el mismo movimiento que se lleva a cabo en uno o más carriles. En segunda medida para hallar la capacidad y el NS, se debe analizar por grupos de carriles los cuales acceden a una intersección, e identificar la demora media en parada por GC de la intersección, para este factor se



encuentra que es alterado por la calidad de progresión, de duración de la fase verde, del ciclo y de la capacidad. (Robinson Carlton, 2010)

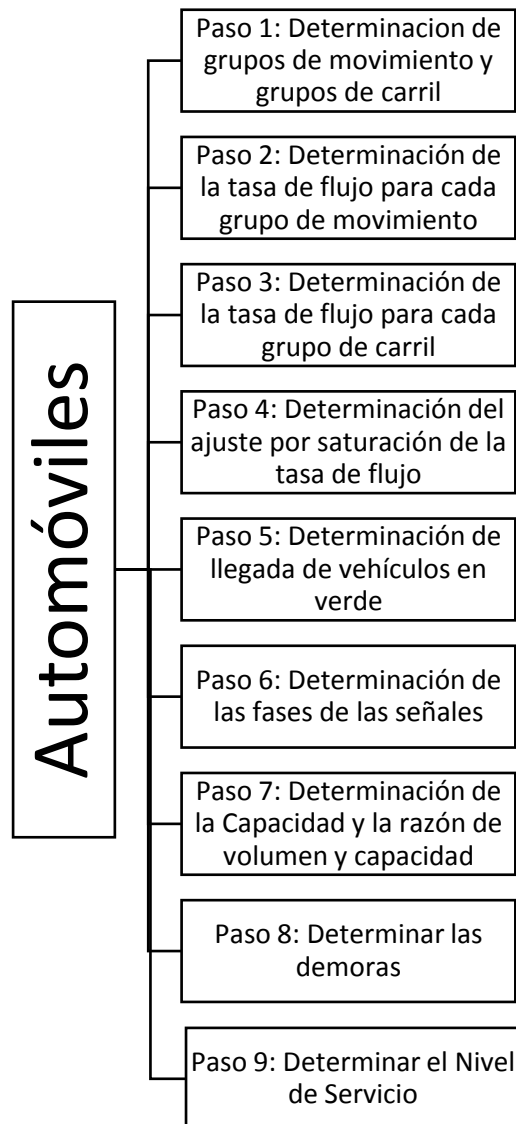
2.2.11.1. Metodología del HCM 2010 para intersecciones

El HCM 2010 describe tres metodologías para evaluar el desempeño en una intersección. Cada metodología se dirige a un modo de viaje posible a través de la intersección. Para el presente perfil se utilizará el modo correspondiente al de automóviles.

2.2.11.2. Modo de Viaje Automóviles

Esta subsección proporciona una visión general de la metodología para la evaluación del rendimiento de intersecciones desde la perspectiva de conductor. El marco general en el que se desarrollará esta metodología es el siguiente:

Tabla 1: Metodología de desarrollo para automóviles



Fuente: TRB (2010) HCM2010

Paso 1: Determinación de grupos de movimiento y grupos de carril

Según el (HCM, 2010) , la metodología para intersecciones señalizadas utiliza el concepto de movimiento de grupos y grupos de carril para describir y evaluar el funcionamiento de la intersección. Estas dos denominaciones de grupos son muy similares en significado. De hecho, sus diferencias surgen sólo cuando un carril compartido está presente en un acceso con dos o más carriles. Cada designación se define en los siguientes párrafos. El grupo de movimiento es un concepto útil para especificar datos de entrada. En contraste, el grupo de carril es, también, un concepto útil para describir los cálculos asociados con la metodología. Las siguientes reglas se



utilizan para determinar los grupos de movimiento para un enfoque en una intersección:

- Un movimiento de giro alimentado por uno o más carriles exclusivos y sin carriles compartidos debe ser designado como un grupo de movimiento.
- Cualquier carril no asignado a un grupo por la regla anterior debe ser combinado en un grupo de movimiento.

Estas reglas resultan en la designación de uno a tres grupos de movimiento para cada acceso. El concepto de grupos de carril es útil cuando un carril compartido está presente en un acceso que tiene dos o más carriles. Varios procedimientos en la metodología requieren alguna indicación de, si el carril compartido alberga una cantidad de vehículos mixtos o funciona como un carril exclusivo de giro. Este problema no se puede resolver hasta que la proporción de vueltas en el carril compartido se haya calculado. Por ejemplo, si en un carril compartido la proporción de giros es 1.0 (100%), entonces el carril compartido se considerará que opera como un carril exclusivo de giro.

Las siguientes reglas se utilizan para determinar los grupos de carril para una intersección:

- Un carril exclusivo con vuelta a la izquierda debe ser designado como un grupo de carril separado. Lo mismo puede decirse de un carril exclusivo a la derecha.
- Cualquier carril compartido debe ser designado como un grupo de carril separado.
- Cualquier carril que es un carril de giro no exclusivo o carril compartido deben combinarse en un grupo de carril.

Estas reglas resultan en la designación de uno o más carriles, o posibilidades de grupo para un enfoque intersección que se muestran a continuación:

- Carril exclusivo de giro a la izquierda (o carriles)
- Carril exclusivo de atravesamiento (o carriles)
- Carril exclusivo de giro a la derecha (o carriles)
- Carril compartido de giro a la izquierda y atravesamiento
- Carril compartido de giro a la izquierda y giro a la derecha



- Carril compartido de giro a la derecha y atravesamiento
- Carril compartido de giro a la izquierda, atravesamiento y giro a la derecha

Paso 2: Determinación de la tasa de flujo para cada grupo de movimiento

La tasa de flujo de cada grupo de movimiento es determinada en este paso. Si un movimiento de giro sirve para una o más carriles exclusivos y no carriles compartidos, entonces cada tasa de flujo de movimiento es asignada a un grupo de movimiento. Cualquiera de los flujos de enfoque que aún no se ha asignado para un grupo de movimiento es asignado a un grupo de movimiento. (HCM, 2010).

Paso 3: Determinación de la tasa de flujo para cada grupo de carril

La tasa de flujo del grupo de carriles es determinada en este paso. Si no hay carriles compartidos en la intersección enfocada, o el enfoque tiene solo un carril, hay una correspondencia uno a uno entre los grupos de carriles y grupo de movimientos. En esta situación, la tasa de flujo del grupo de carril es igual a la tasa de flujo del grupo de movimiento. (HCM, 2010)

Paso 4: Determinación del ajuste por saturación de la tasa de flujo

El ajuste de la tasa de flujo de saturación para cada carril de cada grupo de carriles es calculado en este paso. La tasa de flujo de saturación base proporcionada como una variable de entrada es usada en este cálculo. El cálculo del flujo de saturación es referido como el “ajuste” de tasa de flujo de saturación porque este refleja la aplicación de varios factores de ajuste a la tasa de flujo de saturación base a las condiciones específicas presentes en la intersección enfocada. (HCM, 2010)

$$S_i = S_o (N)(fW)(fHV)(fg)(fp)(fbb)(fa)(fLU)(fLT)(fRT)(fLpb)(fRpb)$$

Donde:

S_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles (veh/h)

S_o = tasa de flujo de saturación base por carril (veh/hora verde/carril)

N = número de carriles

f_w = factor de ajuste por ancho de carriles



f_{HV} = factor de ajuste por vehículos pesados

f_g = factor de ajuste por pendiente del acceso

f_p = factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles

f_{bb} = factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección

f_a = factor de ajuste por tipo de área

f_{LU} = factor de ajuste por utilización de carriles

f_{LT} = factor de ajuste por vueltas a la izquierda

f_{RT} = factor de ajuste por vueltas a la derecha

f_{Lpb} = factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas a la izquierda

f_{Rpb} = factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas a la derecha

En la Tabla 2 se muestran las fórmulas, las variables definidas y parámetros de todos los factores de ajuste necesarios para el cálculo de la tasa del flujo de saturación.

Tabla 2: Factores de ajuste de la tasa del flujo de saturación

Factor	Fórmula	Definición de Variables	Complementos
Ancho de carril	$W < 3.0$, $fw = 0.96$ $10 \leq W < 12.9$, $fw = 1.00$ $W > 12.9$, $fw = 1.04$	W = ancho de carril (m)	$W \geq 2.4$ Si $W > 4.8$, puede considerarse para dos carriles de análisis.
Vehículos Pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)}$	$\%HV$ = % de vehículos pesados / grupo de carriles	$Et = 2.0$ vehiculos equivalentes / Hv
Pendiente	$Fg = 1 - \frac{\%G}{200}$	$\%G$ = % pendiente en el acceso - grupo de carriles	$-6 \leq \%G \leq +10$ Negativo para cuesta abajo
Parqueos	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$	N = número de carriles por grupo Nm = número de maniobras de parqueo / hora	$0 \leq Nm \leq 180$ $f_p \geq 0.050$ $f_p \geq 1.000$ sin parqueos
Bloqueo de Buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4NB}{3600}}{N}$	N = número de carriles en el acceso NB = número de parada de buses / hora	$0 \leq NB \leq 250$ $f_{bb} \geq 0.050$
Tipo de área	$f_a = 0.900$ en CBD $f_a = 1.000$ en otras áreas	CBD = Central Business District - Centro de negocios	
Utilización de Carriles	$f_{LU} = 1.00$, para grupos con carril exclusivo $f_{LU} = 1.00$, para grupos con carril compartido		
Giros a la izquierda	(1) $f_{LT} = 0.95$ (2) $f_{LT} = 0.92$ (3) $f_{LT} = 0.85$ (4) $f_{LT} = 0.75$	(1) Para carril único o compartido (2) Para carril doble (3) Intersección T, un carril (4) Intersección T, doble carril	Consultar Capítulo 31 del HCM2010
Giros a la derecha	(1) $f_{RT} = 0.85$ (2) $f_{RT} = 0.75$	(1) Para giro protegido en carril compartido o único (2) Para giros permitidos o carril doble	Consultar Capítulo 31 del HCM2010
Bloqueo por Peatones y Bicicletas	(1) $f_{Lpb} = A_{pb}T$ (2) $f_{Rpb} = 1.00$	(1) Si existiese conflicto peatón/ciclista con vehículos $A_{pb}T = 1 - O_{ccr}$, si carriles receptores = carriles de giro. $A_{pb}T = 1 - 0.6O_{ccr}$, si carriles receptores > carriles de giro. (2) Si no existiese conflicto peatón/ciclista con vehículos	Ocr toma en cuenta la zona de conflicto durante la fase verde Consultar Capítulo 31 del HCM2010

Fuente: TRB (2010) HCM2010

Paso 5: Determinación de llegada de vehículos en verde

La demora de control y el tamaño de la cola en una intersección señalizada dependen en gran medida de la proporción de vehículos que llegan durante el verde y la indicación de señal rojo. La demora y el tamaño de la cola son menores cuando una larga proporción de vehículos llegan durante la indicación verde. (HCM, 2010)

$$P = Rp \left(\frac{g}{C} \right)$$

Donde:

Rp : Es la relación en pelotón

Esta ecuación requiere conocimiento del tiempo efectivo en verde g y la duración del ciclo C . Estos valores son conocidos por la operación pre programado.

Paso 6: Determinación de las fases de las señales

La duración de la fase de señal depende del tipo de control que se utiliza la intersección. Si la intersección tiene un control pre programado, entonces la duración de la fase es una entrada y este paso es omitido. La duración de una fase activada está compuesta de cinco períodos de tiempo.

El primer período representa el tiempo perdido mientras la cola reacciona al cambio de la señal de indicación a verde.

El segundo intervalo representa el tiempo necesario para despejar la cola de vehículos.

El tercer período representa el tiempo de indicación verde extendido por vehículos que ingresan al azar. Termina cuando existe una abertura en el tráfico (es decir, un hueco) o el verde se extiende hasta el límite máximo (es decir, Max). El cuarto período representa el intervalo de cambio de color amarillo, y el quinto período representa el intervalo de separación de color rojo. La duración de una fase activada está definida por la ecuación:

$$Dp = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c$$

Donde:

Dp = Duración de la fase (s).



l_1 = Tiempo perdido por la puesta en marcha = 2.0 (s).

g_s = Tiempo de servicio de la cola (s).

g_e = Extensión del verde (s)

Y = Intervalo del cambio a amarillo (s).

R_c = Intervalo del despeje en rojo (s).

El tiempo de verde eficaz para la fase se calcula con la siguiente ecuación:

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e + e$$

Donde:

l_2 = Tiempo perdido de despeje = $Y + R_c - e$ (s)

e = Extensión del verde efectivo = 2.0 (s),

Las demás variables fueron definidas previamente.

Paso 7: Determinación de la capacidad y la razón de volumen y capacidad

Razón volumen-capacidad de un grupo de carriles

La capacidad de un grupo de carriles que alimenta un movimiento de tráfico, y para el cual no hay movimientos de giro a la izquierda protegidos, se define por la siguiente ecuación:

$$c = N * s * \frac{g}{C}$$

Donde:

c = Capacidad

N = Numero de carriles

s = Tasa de saturación ajustada



g = tiempo en verde efectivo

C = Duración del ciclo

Esta ecuación no puede usarse para calcular la capacidad de un carril compartido de un grupo de carriles o un grupo de carriles con operación de giro a la izquierda permitido porque estos grupos de carriles tienen otros factores que afectan a su capacidad.

La relación de volumen a la capacidad para un grupo de carriles se define como la relación del volumen del grupo de carriles y su capacidad. Se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$X = \frac{v}{c}$$

Donde:

X = Razón de volumen y capacidad

v = Demanda de tasa de flujo (veh/h)

c = Capacidad (veh/h)

Razón volumen-capacidad de una intersección crítica

Otro concepto que se utiliza para el análisis de las intersecciones señalizadas es la razón crítica de volumen y capacidad " X_c ". Este ratio se calcula utilizando las siguientes ecuaciones:

$$X_c = \left(\frac{C}{C - L} \right) \sum_{i \in ci} Y_{c,i}$$

$$L = \sum_{i \in ci} l_{t,i}$$

Donde:

X_c = Razón crítica volumen-capacidad de intersección

C = Duración del ciclo (s).

$Y_{c,i}$ = Razón de flujo crítico de fase $i = \frac{v_i}{N s_i}$



$t_{l,i}$ = Tiempo perdido de fase “i” = $t_{1,i} + t_{2,i}$ (s).

C_i = Conjunto de fases críticas en la ruta crítica.

L = Tiempo perdido del ciclo (s).

El término sumatorio (\sum) en cada una de estas ecuaciones representa la suma de una variable específica para el conjunto de las fases críticas. Una fase crítica es una fase de un conjunto de fases que se produce en secuencia y cuya tasa de flujo combinado es la más larga para el ciclo de la señal. La primera ecuación se basa en la suposición de que cada fase crítica tiene la misma razón volumen-capacidad y que esta relación es igual a la razón crítica volumen-capacidad de la intersección. Esta suposición es válida cuando la duración de verde efectivo, para cada fase crítica i , es proporcional a “ $Y_{c,i} / \sum(Y_{c,i})$ ”. Cuando esta suposición es válida, la relación de volumen - capacidad para cada fase no crítica es menor o igual a la razón crítica volumen - capacidad de la intersección. (HCM, 2010)

Paso 8: Determinar las demoras

La demora calculada en este paso representa la demora de control promedio experimentado por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier demora incurrida por estos vehículos que aún se encuentran en la cola después de que el período de análisis termina. El retraso de control para un grupo determinado de carril se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3$$

Donde:

d = demora media por control (s/veh)

d_1 = demora uniforme (s/veh)

PF = factor de ajuste por coordinación

d_2 = demora incremental (s/veh)

d_3 = demora por cola inicial (s/veh)

El cálculo de estas variables esta especificado previamente.

Paso 9: Determinar el Nivel de Servicio

El nivel de servicio es un indicador de la aceptación de las demoras controladas para el conductor en la intersección, también puede indicar un nivel inaceptable de obstrucción en uno o varios carriles (tráfico intenso). Para la determinación del nivel de servicio para el (HCM, 2010), se utiliza el mismo concepto de niveles (Nivel A, B, C, D, E, F) que el propuesto en el HCM 2000 sin embargo, en la reciente versión, se añade al criterio de demoras por control la relación volumen capacidad (v/c). Como se observa a continuación, en la Tabla 3, si la relación v/c supera el valor de 1.0 el nivel de servicio será por defecto “F” sin importar el criterio de demora.

Tabla 3: Criterio para la determinación del Nivel de Servicio Vehicular

Nivel de Servicio		Demora de Control por vehículo
v/c ≤ 1.0	v/c > 1.0	(s/veh)
A	F	≤ 10
B	F	> 10 – 20
C	F	> 20 – 35
D	F	> 35 - 55
E	F	> 55 - 80
F	F	> 80

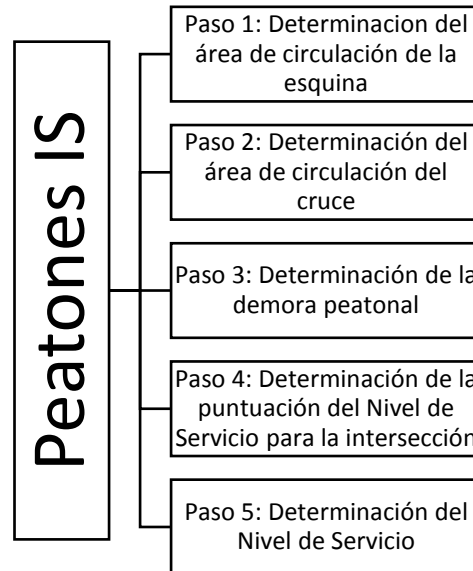
Fuente: (Reproducción del anexo 18-4, TRB (2010) HCM2010)

2.2.11.3. Modo de Viaje Peatonal

- **Intersecciones Semaforizadas**

Esta subsección describe la metodología para evaluar el desempeño de las intersecciones semaforizadas en terminos de sus servicios hacia los peatones que las circulan.

Tabla 4: Metodología de desarrollo para peatones en intersecciones semaforizadas



Fuente: TRB (2010) HCM2010

Paso 1: Determinación del área de circulación de la esquina

Este paso describe el procedimiento para evaluar el desempeño de una esquina de intersección.

Calcular el Tiempo – Espacio Disponible

$$TS_{corner} = C(W_A W_b - 0.215R^2)$$

Donde:

- TS_{corner} = Tiempo – Espacio disponible en la esquina (ft²/s),
- C = Longitud del Ciclo (s)
- W_A = Ancho total de la acera A
- W_b = Ancho total de la acera B
- R = Radio de la curva de la esquina

Calcular el tiempo de espera en el area de espera

El promedio de tiempo de espera del peaton representa el tiempo promedio que los peatones esperan para cruzar la avenida desde que salen de la esquina de partida.

$$Q_{tdo} = \frac{N_{do}(C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

Con:

$$N_{do} = \frac{V_{do}}{3600} C$$

Donde:

- Q_{tdo} = Tiempo total gastado por los peatones esperando a cruzar la avenida mayor por ciclo (p/s)
- N_{do} = Numero de peatones llegando a la esquina cada ciclo para cruzar la avenida mayor (p)
- $g_{walk,mi}$ = Tiempo de caminata efectivo para la fase en servicio de la avenida menor a través del movimiento (s)
- V_{do} = Tasa de flujo de peatones llegando a la esquina para cruzar la avenida mayor (p/h)

$$g_{walk,mi} = D_{p,mi} - Y_{mi} - R_{c,mi}$$

Donde:

- $D_{p,mi}$ = Duración de la fase en servicio de la avenida menor (s)
- Y_{mi} = Intervalo de cambio amarillo de la fase en servicio de la avenida menor (s)
- $R_{c,mi}$ = Intervalo de separación rojo de la fase en servicio de la avenida menor (s)

Calcular Tiempo – Espacio de circulación

$$TS_C = TS_{corner} - [5.0(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$

Calcular área de circulación de la esquina para el peatón

$$M_{corner} = \frac{TS_C}{4.0N_{tot}}$$

Con:

$$N_{tot} = \frac{V_{ci} + V_{co} + V_{di} + V_{do}}{3600} C$$

Donde:



- M_{corner} = Área de circulación en la esquina por peaton (ft²/s)
- N_{tot} = Número total de peatones que llegan por ciclo (p)
- V_{ci} = Tasa de flujo de peatones llegando a la esquina después de cruzar la avenida menor (p/h)
- V_{co} = Tasa de flujo de peatones llegando a la esquina para cruzar la avenida menor (p/h)
- V_{di} = Tasa de flujo de peatones llegando a la esquina después de cruzar la avenida mayor (p/h)

Paso 2: Determinación del área de circulación del cruce

Este paso describe el procedimiento para evaluar el desempeño de un cruce peatonal.

Establecer la velocidad de caminata

El promedio de la velocidad de caminata de un peatón es necesario para evaluar el desempeño del cruce. La velocidad promedio recomendada para esta evaluación es de 4.0 ft/s.

Calcular el Tiempo – Espacio disponible

$$TS_{cw} = L_d W_d g_{walk,mi}$$

Donde:

- TS_{cw} = Tiempo – espacio disponible del cruce (ft²/s)
- L_d = Largo del cruce (ft)
- W_d = Ancho efectivo del cruce (ft)

Calcular Tiempo – Espacio disponible efectivo

El tiempo – espacio disponible es ajustado para el efecto que tienen los vehículos que giran sobre los peatones, esto está basado en la ocupacionalidad asumida de un vehículo en el cruce.

$$TS^*_{cw} = TS_{cw} - TS_{tv}$$

Con:

$$T_{stv} = 40N_{tv}W_d$$

$$N_{tv} = \frac{V_{lt,perm} + V_{rt} - V_{rtor}}{3600} C$$

Donde:

- $T_{s^*_{cw}}$ = Tiempo – espacio del cruce disponible efectivo (ft²/s)
- T_{stv} = Tiempo – espacio ocupado por vehiculos girando (ft²/s)
- N_{tv} = Número de vehículos girando durante los intervalos de caminata de los peatones (veh)
- $V_{lt,perm}$ = Tasa de flujo vehicular de giro a la izquierda permitido (veh/h)
- V_{rt} = Tasa de flujo vehicular de giro a la derecha (veh/h)
- V_{rtor} = Tasa de flujo vehicular de giro a la derecha durante el rojo (veh/h)

Calcular el tiempo de servicio del peatón

Este tiempo representa a la salidas desde el primer peatón saliendo de la esquina hasta la llegada del último.

$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

$$N_{ped,do} = N_{do} \frac{C - g_{walk,mi}}{C}$$

Donde:

- $t_{ps,do}$ = Tiempo de servicio para peatones que llegan a la esquina para cruzar la avenida mayor (s)
- $N_{ped,do}$ = Número de peatones esperando en la esquina para cruzar la avenida mayor (p), y el resto de variables fueron anteriormente descritas.

Calcular el tiempo de ocupación del cruce

$$T_{occ} = t_{ps,do}N_{do} + t_{ps,di}N_{di}$$

$$N_{di} = \frac{v_{di}}{3600} C$$

Donde:

- T_{occ} = Tiempo de ocupación peatonal (p/s)
- N_{ai} = Número de peatones llegando a la esquina cada ciclo habiendo cruzado la avenida mayor (p) el resto de variable fueron anteriormente descritas.

Calcular el área de circulación del cruce peatonal

$$M_{cw} = \frac{TS_{cw}}{T_{occ}} \left(\frac{ft^2}{p} \right)$$

Tanto el área de circulación de la esquina como el área de circulación del cruce obtenidos, pueden ser comparados con los rangos dados a continuación.

Tabla 5: Rangos del área de circulación de la esquina

Espacio por peatón (ft²/p)	Descripción
>60	Habilidad para moverse en el sentido deseado sin necesidad de alterar el movimiento
>40-60	Necesidad ocasional de ajustar el camino para evitar conflictos
>24-40	Necesidad frecuente de ajustar el camino para evitar conflictos
>15-24	Velocidad y habilidad restringidas para pasar peatones más lentos
>8-15	Velocidad restringida, muy limitada habilidad para pasar a peatones más lentos
≤8	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios

Fuente: HCM 2010

Paso 3: Determinar la Demora Peatonal

Este paso describe el procedimiento para evaluar el desempeño del cruceo en una intersección.

$$d_p = \frac{(C - g_{walk,mi})^2}{2C} \left(\frac{s}{p}\right)$$

Paso 4: Determinar la puntuación de Nivel de Servicio peatonal de la intersección

Este paso describe el procedimiento para la evaluación del desempeño de un cruceo.

$$I_{p,int} = 0.5997 + F_w + F_v + F_s + F_{delay}$$

Con:

$$F_w = 0.681(N_d)^{0.514}$$

$$F_v = 0.00569 \left(\frac{V_{rtor} + V_{lt,perm}}{4} \right) - N_{rtci,d} (0.0027n_{15,mj} - 0.1946)$$

$$F_s = 0.00013n_{15,mj}S_{85,mj}$$

$$F_{delay} = 0.0401 \ln(d_{p,d})$$

$$n_{15,mj} = \frac{0.25}{N_d} \sum_{i \in md} V_i$$

Donde:

- $I_{p,int}$ = Puntuación del Nivel de Servicio peatonal de la intersección
- F_w = Factor de ajuste de la sección transversal
- F_v = Factor de ajuste por volumen de vehículos motorizados
- F_s = Factor de ajuste por velocidad de los vehículos motorizados
- F_{delay} = Factor de ajuste por demora peatonal
- N_d = Número de carriles vehiculares (ln)
- $N_{rtci,d}$ = Número de giros a la derecha



- $n_{15,mj}$ = Conteo vehicular yendo a la avenida mayor durante un periodo de 15 minutos (veh/ln)
- $S_{85,mj}$ = 85ava percentil de velocidad al lugar del segmento medio de la avenida mayor (mi/h)
- $d_{p,d}$ = Demora peatonal al atravesar el crucero (s/p)
- V_i = Ratio de flujo de demanda por movimiento i (veh/h)
- md = Conjunto de todos los movimientos vehiculares que pasan por el crucero

Paso 5: Determinar el Nivel de Servicio

Tabla 6: Puntuación de Nivel de Servicio Peatonal para intersecciones semaforizadas

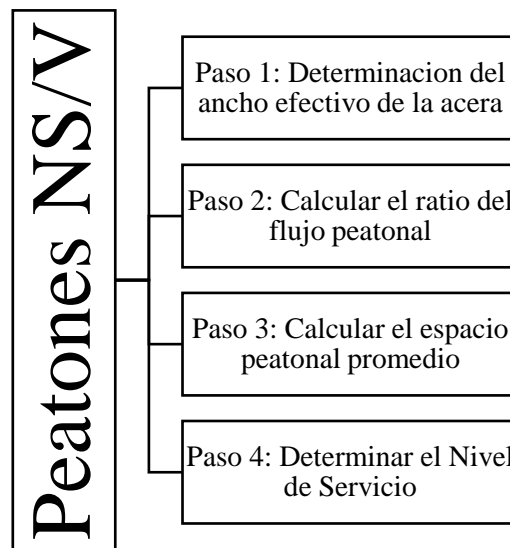
Nivel de Servicio	Puntuación de Nivel de Servicio
A	≤ 2.00
B	$>2.00-2.75$
C	$>2.75-3.50$
D	$>3.50-4.25$
E	$>4.25-5.00$
F	>5.00

Fuente: HCM 2010

- Intersecciones no Semaforizadas y Veredas del eje

Esta subsección describe la metodología para evaluar el desempeño de las intersecciones no semaforizadas y la veredas a lo largo del eje en terminos de sus servicios hacia los peatones que las circulan.

Tabla 7: Metodología de desarrollo para peatones en intersecciones no semaforizadas y veredas del eje



Fuente: HCM 2010

Paso 1: Determinación del ancho efectivo de la acera

El ancho efectivo es la porción de una acera que puede ser usado efectivamente por los peatones. Varios tipos de obstrucciones reducen el área de la acera que podría ser usado por los peatones .

$$W_E = W_T - W_O$$

Donde:

- W_E = Ancho efectivo de la acera (ft)
- W_T = Ancho total de la acera en un punto dado a lo largo de la acera (ft)
- W_O = Sumatoria del ancho efectivo de todos los objetos fijos (ft)

Paso 2: Calcular el ratio del flujo peatonal

Al tener el flujo peatonal por 15 minutos en la hora de análisis, se usará la siguiente ecuación.

$$v_p = \frac{v_{15}}{15 * W_e}$$

Donde:

- v_p = Flujo peatonal por unidad de ancho (p/ft/min)

Paso 3: Calcular el espacio peatonal promedio

$$A_p = \frac{S_p}{V_p}$$

Donde:

- A_p = Espacio peatonal (ft²/p)
- S_p = Velocidad peatonal (ft/min)
- V_p = Flujo por unidad de ancho peatonal (p/ft/min)

Paso 4: Determinar el Nivel de servicio

El nivel de servicio para las aceras del eje esta medido por:

Tabla 8: Nivel de Servicio Peatonal para las veredas del eje

NdS	Espacio Promedio(ft²/p)	Tasa de Flujo(p/min/ft)	Comentario
A	>60	≤5	Habilidad para moverse en el sentido deseado sin necesidad de alterar el movimiento
B	>40-60	>5-7	Necesidad ocasional de ajustar el camino para evitar conflictos
C	>24-40	>7-10	Necesidad frecuente de ajustar el camino para evitar conflictos
D	>15-24	>10-15	Velocidad y habilidad restringidas para pasar peatones más lentos
E	>8-15	>15-23	Velocidad restringida, muy limitada habilidad para pasar a peatones más lentos
F	≤8	Variable	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios

Fuente: HCM 2010

El nivel de servicio para las intersecciones no semaforizadas esta medido por:

Tabla 9: Nivel de Servicio Peatonal para intersecciones no semaforizadas

Nds	Espacio Promedio(ft²/p)	Tasa de flujo(p/min/ft)	Comentarios
A	>560	≤0.5	Habilidad para moverse en el sentido deseado sin necesidad de alterar el movimiento
B	>90-530	>0.5-3	Necesidad ocasional de ajustar el camino para evitar conflictos
C	>40-90	>3-6	Necesidad frecuente de ajustar el camino para evitar conflictos
D	>23-40	>6-11	Velocidad y habilidad restringidas para pasar peatones más lentos
E	>11-23	>11-18	Velocidad restringida, muy limitada habilidad para pasar a peatones más lentos
F	≤11	>18	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios

Fuente: HCM 2010

2.2.11. VISSIM

Es un medio computacional de microsimulación utilizado para realizar estudios del funcionamiento del tráfico multimodal (Arrieta, 2013). También permite representar a todos los usuarios de la vía pública y estudia sus interacciones. Entre ellos se encuentran los vehículos, peatones, entre otros. Para lograr esto, se harán asignaciones individuales de cada uno de ellos para hacer una réplica de la realidad.

2.2.11.1. Funcionamiento

Vissim está basado en los parámetros del seguimiento vehicular propuesto por el profesor Wiedemann. Entre sus aplicaciones más destacadas están el de proyectar el tránsito urbano y operaciones del transporte público así como el análisis de la configuración de carriles, composición del tráfico, semaforización, etc. Es así que se



convierte en una herramienta útil para la evaluación de las alternativas basadas en el diseño y el planeamiento del tránsito y transporte (Gao, 2008).

Su principal tarea es conseguir la adecuada representación del comportamiento de la conducción vehicular en el tránsito. Para lograrlo, se debe tomar en cuenta la dinámica seguida por los distintos tipos de vehículos en interacción.

Está internamente compuesto por dos funciones: el simulador del tráfico y el generador de estados de señales. El primero de estos permite la animación de la circulación de los vehículos; mientras que el segundo genera internamente archivos de salida con acumulación de datos estadísticos como tiempos de viaje y longitudes de cola (Bloomberg & Dale, 2000).

El modelo de seguimiento vehicular es el que tiene mayor efecto sobre Vissim. No obstante, se debe considerar el modelo de cambio de carril, ya que ambos forman un conjunto integrado en el desarrollo del modelo del tráfico. Para el primer modelo, si un vehículo de mayor velocidad se acerca a uno con menor velocidad, se ajustará a su separación. Esto se debe a la reacción del conductor que depende de la diferencia de velocidad, distancia y comportamiento (Ahmed, 1999). Por otro lado, para el segundo modelo, se verifica la conducción de los vehículos por las conexiones de varios carriles.

La microsimulación del proyecto es representada por las redes viales, los peatones, los vehículos y otros elementos que se registran como datos de entrada en este software. A continuación se presentan los componentes presentes en el proyecto: los estáticos y los dinámicos.

2.2.11.2. Componentes Estáticos

Estos componentes se aprecian durante la trayectoria de los vehículos dentro del sistema modelado. En el caso de una intersección, se producen giros y movimientos para las circulaciones realizadas (Narváez & Zapardiel, 2015)

Los giros se definen como la posibilidad de un vehículo de dirigirse de un tramo a otro. Por otro lado, el movimiento indica una desagregación de los giros que se incrementa de acuerdo al grado de detalle.



Asimismo, existen otros componentes estáticos, tales como las señales de tránsito. Estas tienen una gran influencia sobre los conductores pues aseguran y/o persuaden el cumplimiento de las normas.

2.2.11.3. Componentes Dinámicos

Estos varían con relación al tiempo durante la circulación del tráfico. Influyen en gran medida con la determinación de las interrelaciones existentes entre los diferentes parámetros dentro del modelo microscópico. Por ende, la elección del nivel de detalle del proyecto dependerá de la precisión de estos componentes dinámicos (Narváez & Zapardiel, 2015) . Los semáforos son un ejemplo de los distintos componentes dinámicos. Estos afectan el comportamiento de un conductor y por ello, influyen considerablemente en el sistema.

2.2.11.4. Infraestructura del Modelo

Parte del objetivo del proyecto es el estudio del nivel de detalle de la construcción del modelo. Se mencionan dos situaciones: para el análisis de fallo de las señales de tránsito, basta con un esbozo de la infraestructura del modelo. En el estudio de la intersección se necesita un trabajo de mayor precisión. En ese caso, se cuenta con el desarrollo de la simulación de la zona estudiada (PTVGROUP, 2017) . Las redes viales se representan mediante escalas geométricas. Sus mediciones se logran a través de vistas satelitales, importaciones macroscópicas, fotografías aéreas, mediciones en CAD, mediciones manuales, entre otros.

2.2.11.5. Control de Tráfico

Una de las aplicaciones de Vissim es el análisis del flujo del tráfico en una intersección. Este concepto se desarrolla a lo largo del presente proyecto, debido a que el objetivo principal de este trabajo de ingeniería es el análisis de circulación de los usuarios dentro de este tipo de red vial, entre los cuales se pueden mencionar la situación de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

Intersecciones Semaforizadas

Este tipo de intersección tiene como característica realizar el modelo mediante la aplicación de controladores de señales. Su uso es controlar el funcionamiento del tráfico de la intersección semaforizada.

Estos controles están conformados por un grupo de señales, los cuales realizan la función del semáforo dentro del modelo mismo, empleando los tiempos rojo, verde y ámbar.

Finalmente, estas representaciones se aprecian por medio del signal head (simulan las características de los semáforos), ubicadas en la intersección de estudio (Fellendor, 2010).

Intersecciones no Semaforizadas

Este tipo de intersección es modelada mediante reglas de prioridades entre vías y conectores por donde los vehículos realizan sus recorridos. Estos tienen que ser reconocidos entre ellos. Los detalles entre vehículos se desarrollan por medio de normas de diseños viales de la gestión de tránsito (Fellendor, 2010).

Consideración del Modelo

El software Vissim tiene como base el funcionamiento de los parámetros psicofísicos de Wiedemann. Este tiene en cuenta los umbrales de percepción y reacción del conductor de cada vehículo en el transcurso de la ruta en que se encuentre. Además, tiene en consideración los submodelos de seguimiento vehicular. El cambio de carril, el comportamiento lateral y el control semaforizada son los más influyentes para el software. Mediante la siguiente ecuación se puede expresar la distancia requerida en la interacción entre un par de vehículos. Esto es con el fin de ajustar los resultados obtenidos por medio del software de microsimulación y los datos de campo.

$$d = ax + (bx_{add} + bx_{mult} * z) * \sqrt{v}$$

Donde:

- ax : distancia promedio deseada entre vehículos detenidos
- bx_{add} : parte aditiva de la distancia deseada por seguridad
- bx_{mult} : parte multiplicativa de la distancia deseada por seguridad
- Z : valor entre 0 y 1, obtenido de una distribución normal ($\mu = 0.5$ y $\sigma = 0.15$)
- V : velocidad (m/s)



2.2.12. Traffic Calming

Tal como lo indica su nombre, son medidas que apuntan a calmar las velocidades vehiculares. Si bien su aplicación se vincula mayormente a sitios puntuales (o tramos), este enfoque ha ido evolucionado hacia un enfoque integral de “tráfico calmado”, y cuyo objetivo es producir una red vial por la cual se conduce calmadamente y en forma segura, a una velocidad apropiada para el entorno y para los usuarios más vulnerables. Sostiene como principio que la apariencia de la vía debe transmitir al conductor la velocidad adecuada, idealmente la velocidad debiera ser auto aceptable. (CONASET, 2010).

Tipos de Medidas Calmantes

Existen 4 tipos de medidas para acalmar el tráfico, en el presente proyecto se hará énfasis en las medidas calmantes con deflexiones horizontales ya que serán parte de las propuestas de solución. (CONASET, 2010).

Medidas Calmantes con Deflexiones Horizontales

Chicanas.- es un dispositivo instalado en la vía pública para producir una serie de curvas artificiales. Son utilizadas en la ciudad o en sus alrededores, para reducir la velocidad de circulación. Estos elementos pueden reducir la velocidad promedio a 20 – 50 Km/hr. (CONASET, 2010).

Su función

Estos elementos pueden reducir la velocidad promedio a 20 – 50 Km/hr (dependiendo de diseño) (CONASET, 2010)

Tipo de vías en las cuales pueden instalarse

En las zonas urbanas las chicanas se podrán instalar en todo tipo de vías, excepto en Autopistas y Autovías, definidas según Decreto N° 83 de 1985 que define Red Vial Básica, así como tampoco en vías Expresas definidas según el Decreto N° 47 de 1992 Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Para las vías troncales se requerirá autorización de la Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones (SEREMITT). (CONASET, 2010)



Requisitos

La instalación de “chicanas”, se justificarán cuando se cumpla al menos uno de los siguientes criterios:

- Que haya ocurrido a lo menos un accidente de tránsito anual durante los dos últimos años, de acuerdo con las estadísticas, y al cual haya contribuido el factor velocidad, ya sea a su ocurrencia o a su gravedad;
- Que la velocidad de operación en la vía en cuestión constituya un factor de riesgo de accidentes, particularmente de peatones, ciclistas, u otros usuarios vulnerables tales como vehículos a tracción animal.
- Que la vía esté siendo utilizada, o que se prevea - como impacto de nuevos proyectos - se constituya en u vía de paso en desmedro del entorno y la seguridad de tránsito (CONASET, 2010)

Ubicación

Los criterios de ubicación de las “chicanas”, en vías de zonas urbanas (o rurales cuando éstos sean autorizadas) son los siguientes:

- No deben instalarse a menos de 20 metros de una intersección cuando la chicana esté en una vía de doble sentido de tránsito e interrumpa uno de los sentidos
- Cuando se instalen próximas a una rotonda, su distancia a ésta debe ser de un rango de 40 a 80 metros
- La vía donde se encuentra la chicana debe tener alumbrado público
- Su ubicación no debe interferir con accesos vehiculares ni elementos de servicios tales como: “sumideros, cámaras de inspección, espiras, etc.”.
- No deben instalarse a menos de 35 m. de una línea de ferrocarril.
- En vías de doble sentido con pendiente sobre 8% no deben instalarse chicanas cuando éstas obstaculicen el sentido de tránsito ascendente. (CONASET, 2010)

Diseño de chicanas:

- Las chicanas deben instalarse en forma alternada en el sentido longitudinal a la calzada
- La distancia entre las chicanas se medirá desde el punto más alto y cercano entre ellas. Dicha distancia deberá ser acorde a la velocidad y al ancho de las pistas que se

quiere lograr, lo cual se encuentra indicado en la siguiente Tabla “Distancia entre Chicanas – vehículos livianos”: (CONASET, 2010)

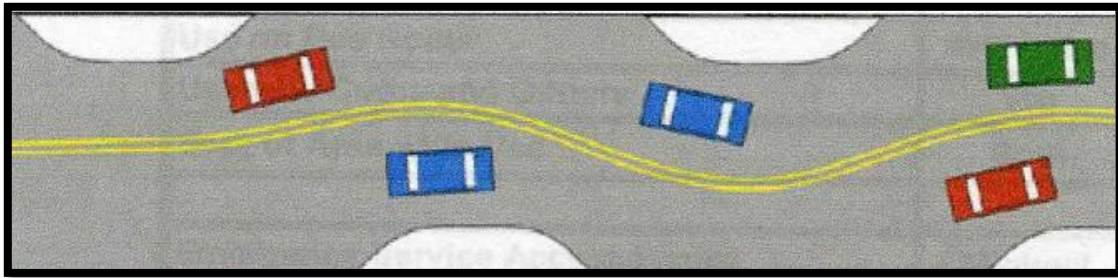


Figura 21: Chicana Convencional

Fuente: CONASET

Estrechamientos.- Los estrechamientos pueden lograr reducciones de velocidad de 20 -60 Km/hr, lo cual depende del diseño y del tipo de vías donde se aplique las cuales pueden ser desde pasajes, vías locales y de jerarquía superior (depende de diseño) (CONASET, 2010).



Figura 22:Estrechamiento de vías

Fuente:<http://midariourbano.blogspot.com>

Mini – Rotondas. - La función principal de una mini rotonda es eliminar, a un muy bajo costo, los conflictos por virajes hacia la izquierda que se producen en intersecciones. Así, por ejemplo, si en una intersección de dos vías de doble sentido regulada por señales de prioridad se dan 32 conflictos, éstos se reducen a 8 si se instala una mini-rotonda (o rotonda), y además aumenta la capacidad de la intersección. Además de lo anterior, la mini rotonda puede ser usada como una medida calmante de velocidad en vías largas y rectas (CONASET, 2010).



Figura 23: Mini Rotondo en Michigan

Fuente: <http://midiariorbano.blogspot.com>

2.3. Hipótesis

En la presente investigación se pensó en experimentar con distintos métodos de mejora y solución para la problemática en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo. La primera de ellas fue la optimización de los ciclos semáforicos en todas las intersecciones con semáforos en ellas.

La segunda propuesta fue el reordenamiento de los sentidos de circulación de todo el eje vial, compuesto por las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo, combiertiendolo en dos carriles homogéneos exclusivos de subida, ampliando a su vez, las dimensiones de las aceras y las esquinas de cruceros.

La tercera propuesta es la aplicabilidad de elementos de traffic calming a lo largo del eje a estudiar, más específicamente, aplicando el diseño de chicanas, esto con la finalidad de incrementar las dimensiones de las aceras .

Dichas propuestas serán verificadas mediante una microsimulación virtual y la metodología del HCM 2010 para determinar si su aplicabilidad sería factible en un futuro próximo.



2.3.1 Hipótesis general

El nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco se verá optimizado, proponiendo nuevos elementos geométricos, de calmado de tránsito y sistemas de control.

2.3.2 Hipótesis específicas

- Con el rediseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro, Cascaparo de la Ciudad del Cusco, obtendremos una adecuada circulación vehicular.
- Con la reordenación de la circulación vehicular mejoraremos la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.
- Con el reordenamiento del flujo vehicular y peatonal se tendrá una mejor continuidad en el tránsito en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.
- Con la optimización de los sistemas de control se tendrá una mejor movilidad en el tránsito de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.
- Aplicando las distintas propuestas de mejora, el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mejorará.

2.4. Definición de variables

2.4.1 Variables independientes

- Diseño Geométrico: Son las dimensiones geométricas de la vía, la calzada y sus elementos, sistemas de seguridad vial que definen las condiciones de circulación sobre el eje a estudiar.
- Capacidad Vehicular: Cantidad máxima de vehículos que pueden transitar por una calle en un tiempo determinado.
- Flujo Vehicular y Peonal: Es el número y el comportamiento de unidades vehiculares y peatonales que circulan durante un determinado periodo de tiempo.
- Sistemas de Control: Sistemas de señalización y su funcionamiento para restringir acciones en las vías urbanas. Pueden ser horizontales y verticales.

2.4.2 Indicadores de variables independientes

- Demanda vehicular
- Demanda Peatonal



- Volumen Vehicular
- Altura de vereda
- Ancho de vereda
- Ancho promedio de carriles
- Número de carriles
- Bombeo
- Estacionamientos
- Longitud del ciclo semafórico
- Tiempo verde

2.4.3 Variables Dependientes

Nivel de Servicio: Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito, basada en la velocidad, tiempo de viaje, maniobras, y confort.

2.4.4 Indicadores de variables dependientes

Tiempo de Demora



2.4.3 Cuadro De Operacionalización De Variables

Tabla 10: Operacionalización de Variables – Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL	INDICADORES	UNIDADES	EQUIPOS
DEMANDA VEHICULAR Y PEATONAL	Es el número y el comportamiento de unidades vehiculares y peatonales que circulan durante un determinado periodo de tiempo.	Condiciones de Tráfico	Flujo Vehicular	Veh/hr	Cámara filmadora
			Flujo Peatonal	Personas/hr	Grabador de Voz
CAPACIDAD VEHICULAR Y PEATONAL	Cantidad máxima de vehículos y personas que pueden transitar por una calle en un tiempo determinado.	Condiciones de Tráfico	Volumen Vehicular	Veh/hr	Estación Total
			Volumen Peatonal	Per/hr	Wincha
DISEÑO GEOMÉTRICO	Son las dimensiones geométricas de la vía, la calzada y sus elementos, sistemas de seguridad vial que definen las condiciones de circulación sobre el eje a estudiar.	Condiciones geométricas	Altura de Vereda	Metros	Estación Total
			Ancho de Vereda	Metros	
			Ancho Promedio de Carriles	Metros	Distancióm etro
			Número de Carriles	Nro	
			Estacionamientos	Nro	Wincha
Bombeo	%				
SISTEMAS DE CONTROL	Sistemas de señalización y su funcionamiento para restringir acciones en las vías urbanas. Pueden ser horizontales y verticales.	Condiciones Semafóricas	Longitud del Ciclo Semafórico	Seg	Cronómetro
			Intervalo Cambio y Despeje	Tiempo	
			Tiempo Verde	Seg	VISSIM
			Periodo de Análisis	Seg	

Fuente: Elaboración Propia



VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL	INDICADORES	UNIDADES	EQUIPOS
NIVEL DE SERVICIO	Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito, basada en la velocidad, tiempo de viaje, maniobras, y confort.	Tiempo de Demora	Tiempo de Demora	Seg	VISSIM

Fuente: Elaboracion Propia



CAPITULO III:

METODOLOGÍA

3.1 Metodología de la Investigación

3.1.1 Enfoque de la Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya realizará medición numérica, haciendo uso de cuadros estadísticos, además que los elementos del problema están definidos, limitados y se sabe exactamente donde inicia el problema y el tipo de incidencia que existe entre sus elementos. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collao , & Baptista , 2006).

3.1.2 Nivel o alcance de la Investigación

La investigación alcanza el nivel descriptivo debido a que se describió situaciones y/o eventos. Se especificó propiedades importantes de la geometría de la vía como anchos de carril, pendiente, capacidad vial y nivel de servicio. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collao , & Baptista , 2006).

3.1.3 Método de investigación

Según el método de investigación es hipotético deductivo; esto consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar los datos disponibles adquiridos experimentalmente y si estos están de acuerdo con las hipótesis, basado también, en la metodología del HCM 2010 con parámetros obtenidos mediante modelación virtual para lo cual se propone el uso del VISSIM. (Cegarra Sanchez , 2012).

3.2 Diseño de la Investigación

3.2.1 Diseño metodológico

El diseño de la investigación fue de tipo no experimental debido a que no incluye la manipulación de la variable y se observa el fenómeno bajo condiciones reales.

3.2.2 Diseño de Ingeniería

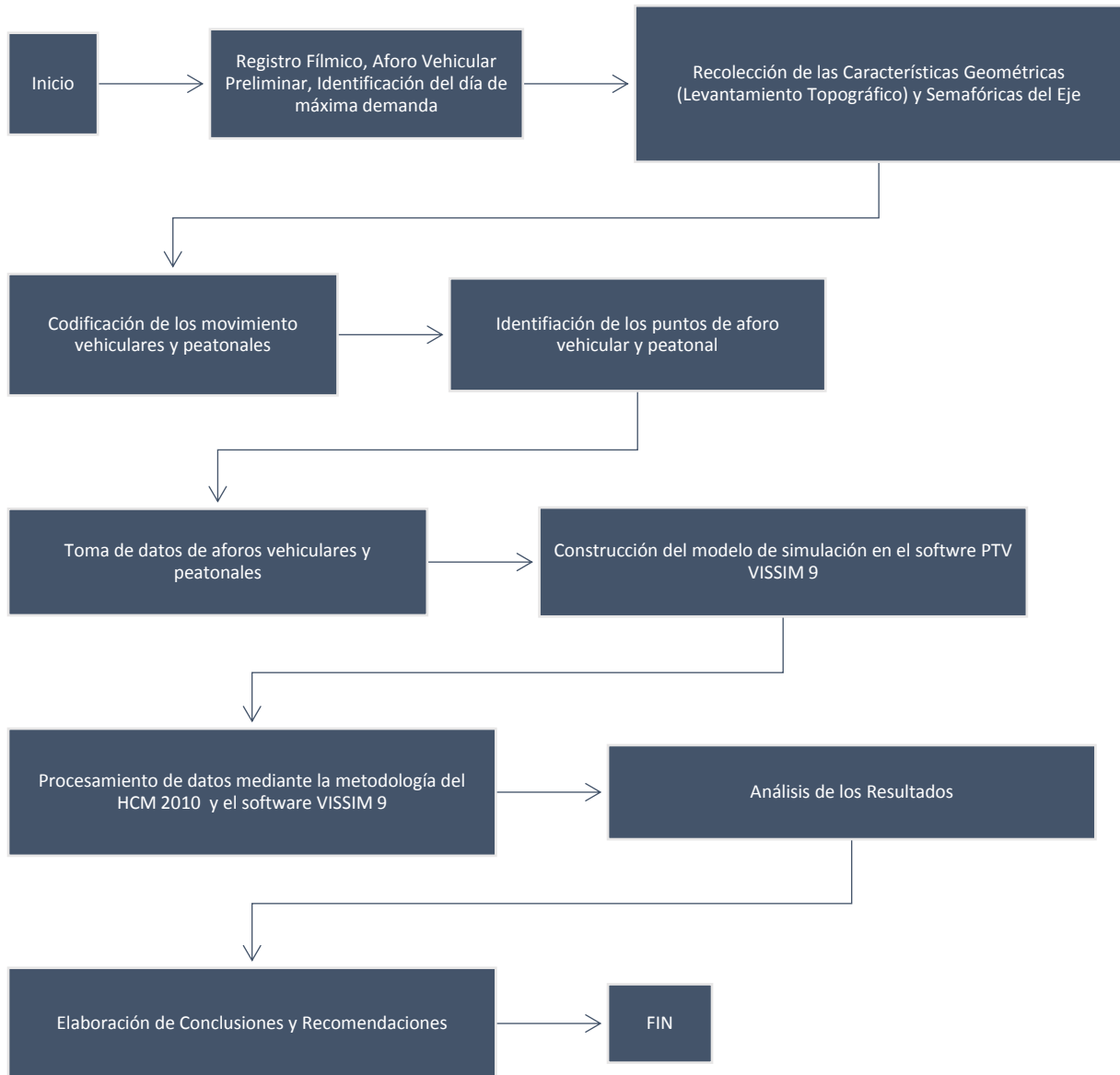


Figura 24: Diseño de Ingeniería

Fuente: Propia

3.3 Poblacion y muestra

3.3.1 Poblacion

3.3.1.1 Descripcion de la poblacion

La población de esta investigación fueron las intersecciones de alto tránsito vehicular en la calles de la ciudad del Cusco, las cuales por ser de gran importancia necesitan un mayor estudio. Recolección de Características Geométricas.

3.3.1.2 Cuantificacion de la muestra

El universo donde se aplicó la investigación fueron las intersecciones del eje vial y del cruce entre las calles Tres Cruces de Oro, Cascaparo, Monjaspata, Calle Nueva y pasaje Mercadillo, intersecciones viales urbanas definidas de la ciudad del Cusco, con gran demanda vehicular y oferta vial, ya que en estas se generan conflictos y congestión vehicular que afecta el tránsito vial.

3.3.2 Muestra

3.3.2.1 Descripcion de la muestra

La muestra seleccionada para esta investigación fueron las intersecciones con alto tránsito vehicular y peatonal en la ciudad del Cusco. Es una muestra censal ya que la muestra coincide con la población.

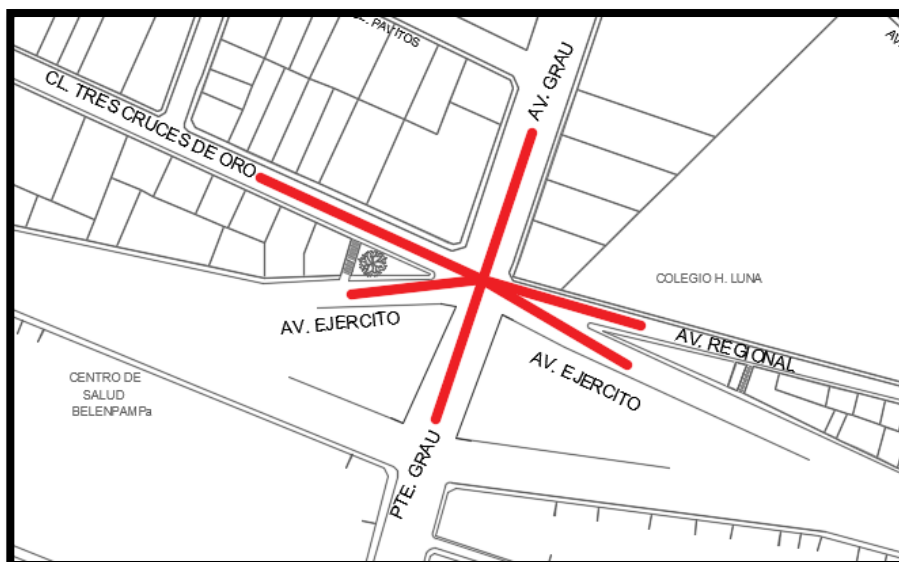


Figura 25: Intersección: Calle Tres Cruces de Oro, Avenida Ejército, Calle Regional, Puente Grau y Avenida Grau

Fuente: Adaptación propia

3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

La muestra de la investigación coincidió con la población anteriormente establecida. Tres áreas de estudio, cada intersección se detallan a continuación:

- Intersección Calle Cascaparo, Calle San Pedro y Calle Santa Clara
- Intersección Calles Cascaparo y General Buendía
- Intersección Calles Cascaparo, Calle Nueva, Tres Cruces de Oro, Monjaspata y Pasaje Mercadillo
- Intersección Calle Tres Cruces de Oro y Calle Pera
- Intersección Calle Tres Cruces de Oro y Calle Belén
- Intersección Calle Tres Cruces de Oro y Calle Lechugal
- Intersección Calle Tres Cruces de Oro, Avenida Ejército, Calle Regional con Puente y Avenida Grau

3.3.2.3 Método de muestreo

El tipo de muestra en el estudio de la investigación fue no probabilístico, ya que según (Hernandez Sampieri, Fernandez Collao , & Baptista , 2006)“Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y poco arbitrario. Aun así, se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ella se hacen las inferencias sobre la población “. Esto nos indica que no se utilizó formulas estadísticas para determinar la cantidad de nuestra muestra, realizándolo así mediante criterio propio.

3.3.2.4 Criterios de evaluacion

Se evaluaron las tres intersecciones mediante los criterios expuestos por, Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010):

- Determinación de las características geométricas.
- Determinación de las características del tránsito.
- Determinación de las características semafóricas.

3.3.2.5 Criterios de inclusion

Los criterios que determinamos para la inclusión son:

- Intersecciones viales que estén dentro de la tipología de intersecciones.

- Intersecciones viales que enlace los ejes viales más transitados de la calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo
- La combinación de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo como un solo eje vial.










3.4 Instrumentos

3.4.1 Instrumentos metodológicos

3.4.1.1. Ficha de aforo vehicular

Contribuyo a determinar el número de vehículos que transitan en las intersecciones en intervalos de tiempo determinado, y de esta manera poder clasificarlos.

Tabla 12: Ficha de Aforo Vehicular


Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Responsable:								
Intersección:								
Día:	Sábado 13 de Octubre		Horario:		10:30 am - 12:30 am		Código	
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Station Wagon	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
								
10:30 - 10:45								
10:45 - 11:00								
11:00 - 11:15								
11:15 - 11:30								
11:30 - 11:45								
11:45 - 12:00								
12:00 - 12:15								
12:15 - 12:30								
Total								

Fuente: Propia

3.4.1.2. Ficha de Aforo Peatonal

Los aforos peatonales ayudaron a determinar el número de personas que circulan por el eje vial en un intervalo de tiempo establecido.

Tabla 13: Ficha de Aforo Peatonal


Ficha de Aforo Peatonal			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Responsable:			
Intersección:			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código
Hora:	Sentidos		Total
10:30 - 10:45			
10:45 - 11:00			
11:00 - 11:15			
11:15 - 11:30			
11:30 - 11:45			
11:45 - 12:00			
12:00 - 12:15			
12:15 - 12:30			
Total			

Fuente: Propia

3.4.1.3. Ficha de características geométricas

Nos permitió realizar un inventario vial mediante levantamiento topográfico realizado en campo considerando una serie de características.

Tabla 14: Ficha de características geométricas


Características Geométricas de la Vía			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Intersección:			Código
Pendiente(%)			
Ancho de Calzada			
Número de Carriles			
Ancho de Carriles			

Fuente: Propia

3.4.1.4. Ficha de características semafóricas de la vía

Permitió la realización del inventario vial semafórico para obtener los datos pertinentes a la semaforización de las intersecciones presentes.


Tabla 15: Ficha de características semafóricas

Ficha de Aforo Vehicular			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Intersección:		Código	
Tiempo de Semáforo	Rojo		Tiempo Total del Ciclo
	Ambar		
	Verde		

Fuente: Propia

3.4.1.5. Ficha de longitud de colas

Tabla 16: Ficha de longitud de colas

Longitud de Colas				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Muestra	Ubicación de las Colas			
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Fuente: Propia



3.4.2 Equipos y Herramientas de Ingeniería

3.4.2.1. Cámara filmadora:

Este instrumento se usó para registrar los flujos vehiculares preliminares. En el caso de la presente investigación, se recurrió a las cámaras de vigilancia presentes en la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén.

3.4.2.2. Estación total:

Es un instrumento que facilito determinar la medición de la dimensiones topográficas y ubicación de señales de tránsito de las infraestructuras viales para realizar la adecuada coleta de datos de dicha infraestructura.

3.4.2.3. PTV VISSIM 9 (versión estudiantil):

El VISSIM es un software especializado utilizado para la simulación microscópica y multimodal de tránsito. En un modelo de simulación microscópica, los individuos (vehículos, bicicletas, peatones) que componen los flujos de transito son el elemento mínimo. El ámbito de aplicación del VISSIM comprende desde la ingeniería de tránsito, pasando por la planificación de transporte, estudios de movilidad para visualizaciones en 3D. El software calcula las demoras de tiempos reales, según la calibración que se le dé.

3.5 Procedimientos de Recoleccion de Datos

3.5.1. Equipo utilizado

- Cámara filmadora
- Fichas de registro
- Estación total
- Personal humano

3.5.2. Procedimiento

3.5.2.1. Aforos Vehiculares Preliminares

Con la ayuda de las cámaras de seguridad en la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belen, se procedió a la recolección de los aforos vehiculares de los días Lunes, Miércoles y Sábado desde las 6:00 am hasta la 10:00 pm mostrados en la tabla

13 con la finalidad de establecer el día de máxima demanda vehicular para los posteriores aforos específicos de la zona.

Tabla 17: Aforo vehicular preliminar día Lunes 06 de agosto del 2018

FICHA DE AFORO VEHICULAR									
TESIS:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
TESISTA:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
DÍA:	Lunes 06 de Agosto del 2018								
LUGAR:	Cruce Calle Tres Cruces de Oro Con Calle Belen. Sentido Norte - Sur								
HORA	MOTOCICLET A	AUTO MOVIL	STATION WAGON	CAMIONETA PICK UP	COMBI / MINI VAN	MICROBUS	OMNIBUS	CAMIÓN	
06:00 am - 07:00 am	1	192	22	13	3	75	0	7	
07:00 am - 08:00 am	8	268	41	15	12	90	0	8	
08:00 am - 09:00 am	2	317	55	16	17	104	0	7	
09:00 am - 10:00 am	3	347	41	17	10	107	0	11	
10:00 am - 11:00 am	4	369	33	17	5	109	0	13	
11:00 am - 12:00 pm	6	381	37	18	6	120	0	12	
12:00 pm - 01:00 pm	7	397	44	21	6	125	0	10	
01:00 pm - 02:00 pm	5	307	39	18	5	118	0	8	
02:00 pm - 03:00 pm	5	256	32	16	5	113	1	9	
03:00 pm - 04:00 pm	5	347	44	21	13	117	0	12	
04:00 pm - 05:00 pm	7	398	51	25	17	124	0	10	
05:00 pm - 06:00 pm	5	376	39	26	16	131	0	6	
06:00 pm - 07:00 pm	4	312	21	24	10	140	0	7	
07:00 pm - 08:00 pm	6	317	25	21	11	139	0	4	
08:00 pm - 09:00 pm	7	329	34	16	14	137	1	3	
09:00 pm - 10:00 pm	3	265	23	14	6	104	0	2	
TOTAL	78	5178	581	298	156	1853	2	129	8275
PORCENTAJE (%)	0.94	62.57	7.02	3.6	1.88	22.39	0.02	1.56	100

Fuente: Propia

Tabla 18: Aforo vehicular preliminar día miércoles 08 de agosto del 2018

FICHA DE AFORO VEHICULAR									
TESIS:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
TESISTA:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
DÍA:	Miércoles 08 de Agosto del 2018								
LUGAR:	Cruce Calle Tres Cruces de Oro Con Calle Belen. Sentido Norte - Sur								
HORA	MOTOCICLET A	AUTO MOVIL	STATION WAGON	CAMIONETA PICK UP	COMBI / MINI VAN	MICROBUS	OMNIBUS	CAMIÓN	
06:00 am - 07:00 am	1	190	22	14	2	74	0	5	
07:00 am - 08:00 am	7	257	42	16	10	88	0	6	
08:00 am - 09:00 am	1	302	53	14	15	103	0	8	
09:00 am - 10:00 am	2	325	43	15	9	109	0	10	
10:00 am - 11:00 am	3	354	30	15	5	107	1	11	
11:00 am - 12:00 pm	5	365	34	19	5	119	0	9	
12:00 pm - 01:00 pm	6	385	41	19	6	125	0	11	
01:00 pm - 02:00 pm	5	310	37	17	6	120	0	7	
02:00 pm - 03:00 pm	5	266	30	15	5	112	0	6	
03:00 pm - 04:00 pm	5	330	42	20	10	116	0	10	
04:00 pm - 05:00 pm	6	358	49	23	14	123	0	11	
05:00 pm - 06:00 pm	5	360	38	25	15	131	1	5	
06:00 pm - 07:00 pm	5	320	25	21	9	142	0	8	
07:00 pm - 08:00 pm	8	325	24	20	10	138	0	5	
08:00 pm - 09:00 pm	5	333	31	18	13	137	0	4	
09:00 pm - 10:00 pm	4	264	30	15	7	105	1	1	
TOTAL	73	5044	571	286	141	1849	3	117	8084
PORCENTAJE (%)	0.9	62.4	7.06	3.54	1.74	22.9	0.04	1.45	100

Fuente: Propia

Tabla 19: Aforo vehicular preliminar día sábado 10 de agosto del 2018

FICHA DE AFORO VEHICULAR									
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL									
TESIS:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
DÍA:	Sábado 11 de Agosto del 2018								
LUGAR:	Cruce Calle Tres Cruces de Oro Con Calle Belen. Sentido Norte - Sur								
HORA	MOTOCICLETA	AUTO MOVIL	STATION WAGON	CAMIONETA PICK UP	COMBI / MINI VAN	MICROBUS	OMNIBUS	CAMIÓN	
06:00 am - 07:00 am	1	243	36	14	3	108	0	4	
07:00 am - 08:00 am	4	340	38	16	8	111	0	4	
08:00 am - 09:00 am	5	396	42	15	11	115	0	5	
09:00 am - 10:00 am	7	432	42	13	14	114	0	6	
10:00 am - 11:00 am	10	460	50	16	8	141	0	6	
11:00 am - 12:00 pm	13	484	61	20	5	173	0	8	
12:00 pm - 01:00 pm	10	412	50	19	7	158	0	6	
01:00 pm - 02:00 pm	12	334	45	21	11	131	1	8	
02:00 pm - 03:00 pm	10	370	41	23	11	138	0	7	
03:00 pm - 04:00 pm	8	396	38	23	10	142	0	8	
04:00 pm - 05:00 pm	8	390	36	20	8	149	0	6	
05:00 pm - 06:00 pm	9	386	38	19	9	161	0	8	
06:00 pm - 07:00 pm	7	378	39	20	12	164	0	5	
07:00 pm - 08:00 pm	7	386	36	21	14	165	0	2	
08:00 pm - 09:00 pm	4	405	31	18	12	142	0	4	
09:00 pm - 10:00 pm	3	428	25	15	11	100	1	2	
TOTAL	118	6240	648	293	154	2212	2	89	9756
PORCENTAJE (%)	1.21	63.9	6.64	3	1.58	22.67	0.02	0.91	100

Fuente: Propia

3.5.2.2. Recolección de las características geométricas de la vía

Para poder obtener los datos reales de la infraestructura vial se realizó el levantamiento topográfico de campo (Anexo F), considerando las siguientes características:

- Ancho de calzada
- Pendiente de calzada (%)
- N° de carriles
- Ancho de carriles

Se codificaron las calzadas clasificandolas en calzadas de intersecciones (T) y calzadas del eje (E), se detallan a continuación, desde la figura 25 a la 27 :

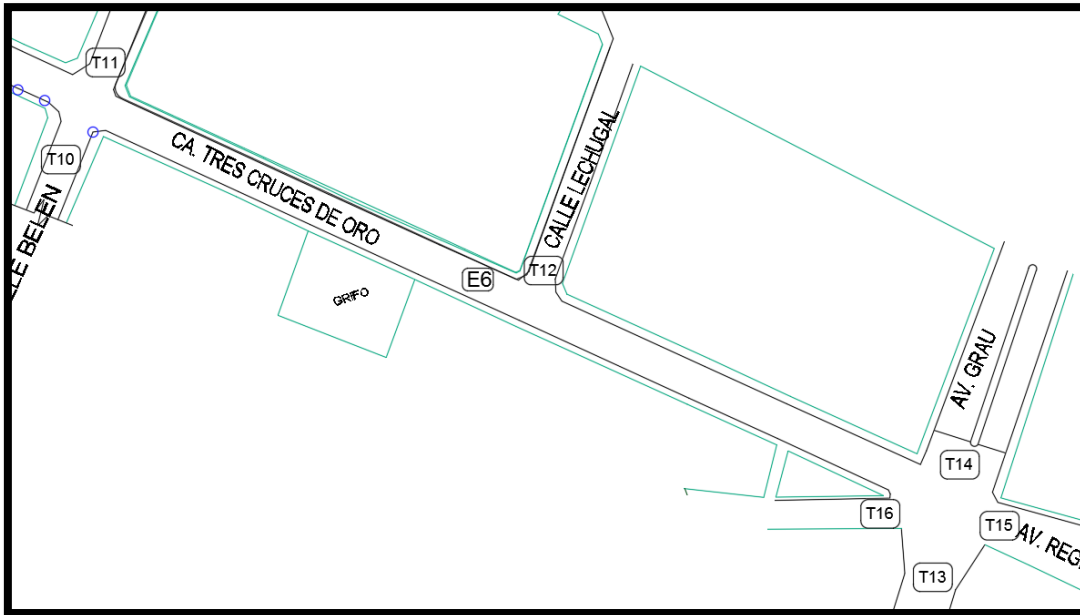



Figura 28: Codificación de las calzadas

Fuente: Adaptación Propia


Los datos obtenidos fueron introducidos a la ficha de la tabla 15 correspondiente a características geométricas y se detallan a continuación, desde la tabla 21 a la 27:

Tabla 20: Características geométricas de la intersección de las calles Cascaparo - Hospital y Santa Teresa

Características Geométricas de la Vía			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Intersección:	Calle Cascaparo - Hospital - Santa Clara		
Codificación	T1	T2	E1
Pendiente(%)	-3.87	0.99	4.8
Ancho de Calzada (m)	5.63	8.47	12.78 - 15.43
Número de Carriles	2	2	2
Ancho de Carriles (m)	2.81	4.23	6.14


Fuente: Propia

Tabla 21: Características geométricas de la intersección de las calles Cascaparo - General Buendía - Cascaparo Chico y Pasaje Grohening

Características Geométricas de la Vía				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Intersección:	Calle Cascaparo - General Buendía - Cascaparo Chico - Pasaje Grohening			
Codificación	T3	T4	T5	E2
Pendiente(%)	1.07	4.325	-1.3	6.4
Ancho de Calzada (m)	7.12	5.99	11.05	12.2
Número de Carriles	2	2	2	2
Ancho de Carriles (m)	3.56	2.995	5.525	4.4


Fuente: Propia

Tabla 22: Características geométricas de la intersección de las calles Cascaparo - Monjaspata y Calle Nueva

Características Geométricas de la Vía				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Intersección:	Calle Cascaparo - Monjaspata - Calle Nueva			
Codificación	E3	T6	T7	
Pendiente(%)	5.56	0.6	-3.12	
Ancho de Calzada (m)	13.94 - 12.19	12.03	7.77	
Número de Carriles	4	3	2	
Ancho de Carriles (m)	3.27	Carriles Hacia Cascaparo y Calle Nueva = 3.15	Carril hacia Tres Cruces de Oro = 5.73	3.885


Fuente: Propia

Tabla 23: Características geométricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Pera

Características Geométricas de la Vía			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Intersección:	Calle Tres Cruces de Oro - Pera		
Codificación	E4	T8	T9
Pendiente(%)	4.55	-6.51	3.9
Ancho de Calzada (m)	9.33 - 8.95	3.5	4.75
Número de Carriles	3	1	1
Ancho de Carriles (m)	3.05	3.5	4.75


Fuente: Propia

Tabla 24: Características geométricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén

Características Geométricas de la Vía			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Intersección:	Calle Tres Cruces de Oro - Belén		
Codificación	E5	T10	T11
Pendiente(%)	3.75	-0.05	-2.21
Ancho de Calzada (m)	8.95	8.52	8.03
Número de Carriles	2	2	2
Ancho de Carriles (m)	4.475	4.26	4.015


Fuente: Propia

Tabla 25: Características geométricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Lechugal

Características Geométricas de la Vía		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Intersección:	Calle Tres Cruces de Oro - Lechugal	
Codificación	T12	E6
Pendiente(%)	-1.55	3.01
Ancho de Calzada	6.96	9.25 - 9.07
Número de Carriles	1	2
Ancho de Carriles	3.8	4.58

Fuente: Propia

Tabla 26: Características geométricas de la intersección de las calles Regional - Puente Grau - Avenida Grau y Ejército

Características Geométricas de la Vía					
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes				
Intersección:	Avenida Grau - Calle Regional - Puente Grau - Avenida Ejército				
Codificación	T13	T14	T15	T16	
Pendiente(%)	-1.82	-0.01	6.35	-7.33	
Ancho de Calzada (m)	13.53	20	11.23	7.7	
Número de Carriles	2	4	3	1	
Ancho de Carriles (m)	6.765	Carriles hacia el puente Grau y Tres Cruces de Oro = 4.85	Carriles hacia calle Centenario = 3.69	3.74	7.7

Fuente: Propia

3.5.2.3. Recolección de las características semaforicas de la vía

Se realizó un inventario con el número y ubicación de las señales de tránsito vertical y horizontal, así como las demarcaciones. También, los tiempos en verde, rojo y ámbar fueron obtenidos con la ayuda de un cronómetro. Dichas codificaciones se detallan de la figura 28 a la 31.

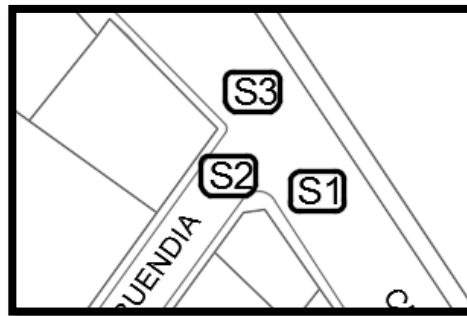


Figura 29: Codificación Semaforica de la intersección de las calles General Buendía y Cascaparo

Fuente: Propia

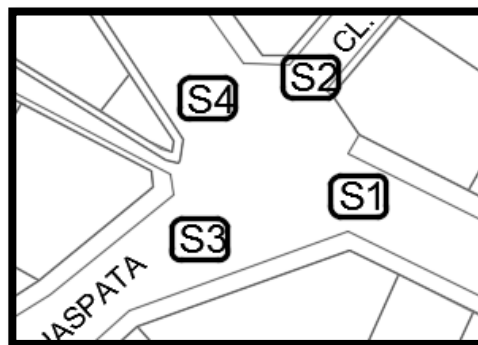


Figura 30: Codificación Semaforica de la intersección de las calles Cascaparo - Tres Cruces de Oro - Monjaspata y Calle Nueva

Fuente: Propia

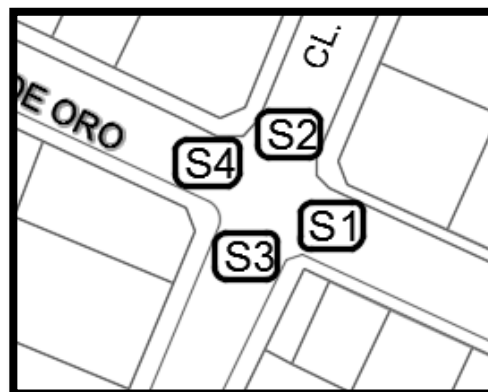


Figura 31: Codificación Semaforica de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén

Fuente: Propia

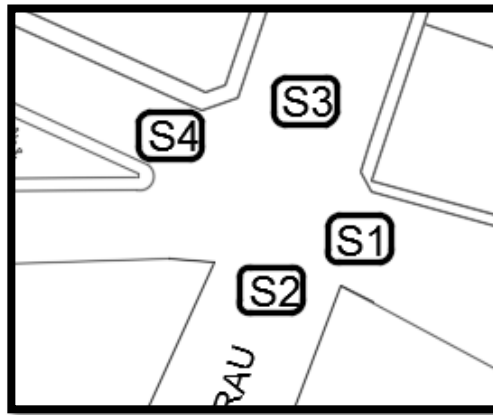


Figura 32: Codificación Semafórica de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro - Regional - Avenida Grau y Puente Grau

Fuente: Propia

Los datos obtenidos fueron introducidos a la ficha de la tabla 16, correspondiente de características semafóricas y se detallan a continuación desde la tabla 28 a la 31. Y debido a que en un punto de la investigación será relevante, también se incluyó la características semafóricas de la intersección de las calle Concebidoq, Teqte, Cruz verde y Calle Nueva, presente de la tabla 32.

Tabla 27: Características Semafóricas de la intersección de las calles Cascaparo y General Buendía

Ficha de Aforo Vehicular				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Intersección:	Calle Cascaparo - General Buendía			
Codificación		S1	S2	S3
Tiempo Total del Ciclo		88 Seg		
Tiempo de Semáforo (Segundos)	Rojo	45	50	45
	Ambar	3	3	3
	Verde	40	35	40

Fuente: Propia

S1	45 Segundos	3 seg	40 Segundos
S2	35 Segundos	3 seg	50 Segundos
S3	45 Segundos	3 seg	40 Segundos

Figura 33: Diagrama de Fases de la Tabla 28

Fuente: Propia

Tabla 28: Características Semafóricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Cascaparo – Monjaspata y Calle Nueva

Ficha de Aforo Vehicular					
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes				
Intersección:	Calle Tres Cruces de Oro - Cascaparo - Monjaspata - Calle Nueva				
Codificación	S1	S2	S3	S4	
Tiempo Total del Ciclo	91 Seg				
Tiempo de Semáforo (Segundos)	Rojo	58	63	63	68
	Ambar	3	3	3	3
	Verde	30	25	25	20

Fuente: Propia

S1	58 segundos	3 seg	30 segundos
S2	25 Segundos	3 seg	63 segundos
S3	45 segundos	3 seg	63 segundos
S4	68 segundos	3 seg	20 segundos

Figura 34: Diagrama de Fases de la Tabla 29

Fuente: Propia

Tabla 29: Características Semafóricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén

Ficha de Aforo Vehicular					
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes				
Intersección:	Calles Tres Cruces de Oro y Belén				
Codificación	S1	S2	S3	S4	
Tiempo Total del Ciclo	81 Seg				
Tiempo de Semáforo (Segundos)	Rojo	38	48	48	38
	Ambar	3	3	3	3
	Verde	40	30	30	40

Fuente: Propia

S1	38 segundos	3 seg	40 segundos
S2	30 Segundos	3 seg	48 segundos
S3	30 Segundos	3 seg	48 segundos
S4	38 segundos	3 seg	40 segundos

Figura 35: Diagrama de fases de la Tabla 30

Fuente: Propia

Tabla 30: Características Semafóricas de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Regional – Avenida Grau y el Puente Grau

Ficha de Aforo Vehicular					
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes				
Intersección:	Calle Tres Cruces de Oro - Regional - Av. Grau - Puente Grau				
Codificación	S1	S2	S3	S4	
Tiempo Total del Ciclo	80 Seg				
Tiempo de Semáforo (Segundos)	Rojo	37	47	47	37
	Ambar	3	3	3	3
	Verde	40	30	30	40

Fuente: Propia

S1	37 segundos	3 seg	40 segundos
S2	30 Segundos	3 seg	47 segundos
S3	30 Segundos	3 seg	47 segundos
S4	37 segundos	3 seg	40 segundos

Figura 36: Diagrama de fases de la Tabla 31

Fuente: Propia

Tabla 31: Características Semafóricas de la intersección de las calles Concebidayoq - Cruz Verde - Teqte y Calle Nueva

Ficha de Aforo Vehicular					
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes				
Intersección:	Calle Teqte - Condebidayoq - Calle Nueva - Cruz Verde				
Codificación	Teqte	Condebidayoq	Calle Nueva	Cruz Verde	
Tiempo Total del Ciclo	80 segundos				
Tiempo de Semáforo (Segundos)	Rojo	37	37	47	47
	Ambar	3	3	3	3
	Verde	40	40	30	30

Fuente: Propia

Teqte	37 segundos	3 seg	40 segundos
Calle Nueva	30 Segundos	3 segundos	47 segundos
Cruz Verde	30 segundos	3 segundos	47 segundos
Condebidayoq	37 segundos	3 seg	40 segundos

Figura 37: Diagrama de fases de la Tabla 32

Fuente: Propia

3.5.2.4. Codificación de movimientos vehiculares

En las intersecciones de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, esto facilito el procesamiento de datos.

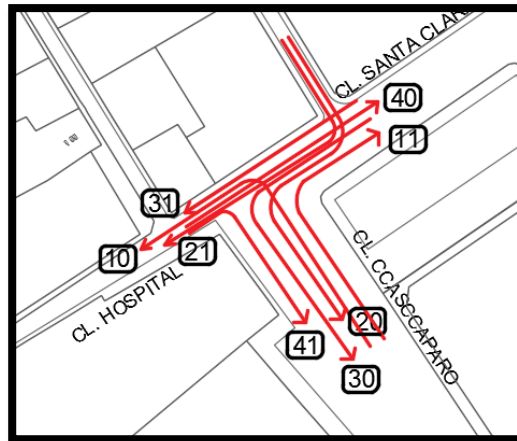


Figura 38: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Hospital – Cascaparo y Santa Clara

Fuente: Adaptación Propia

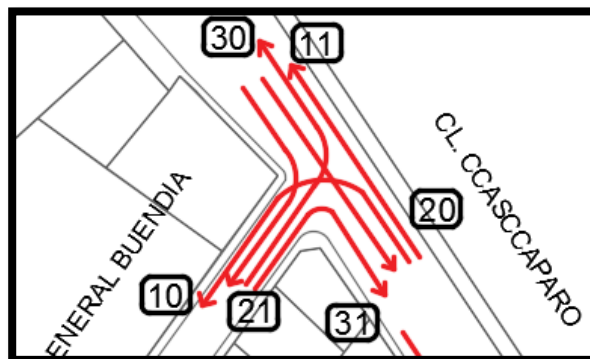


Figura 39: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Cascaparo y General Buendía

Fuente: Adaptación Propia

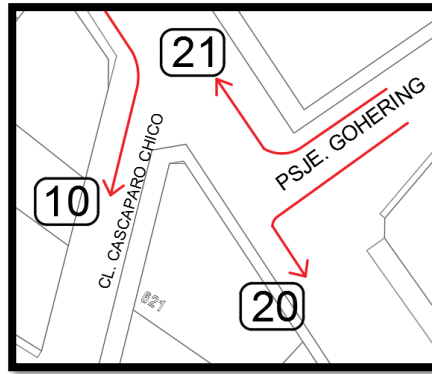


Figura 40: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Cascaparo – Pasaje Gohering y Cascaparo Chico

Fuente: Adaptación Propia

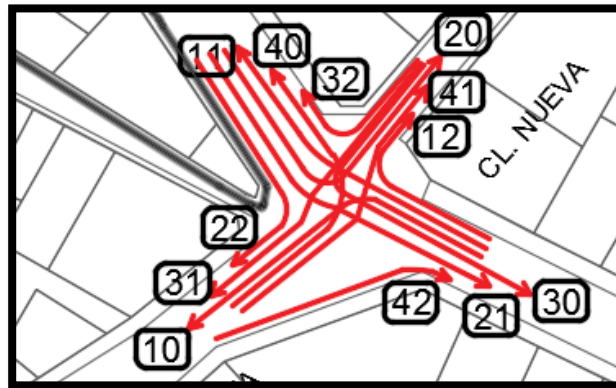


Figura 41: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Cascaparo – Tres Cruces de Oro – Monjaspata y Calle Nueva

Fuente: Adaptación Propia

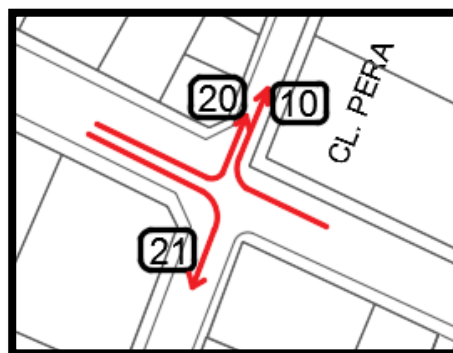


Figura 42: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Pera

Fuente: Adaptación Propia

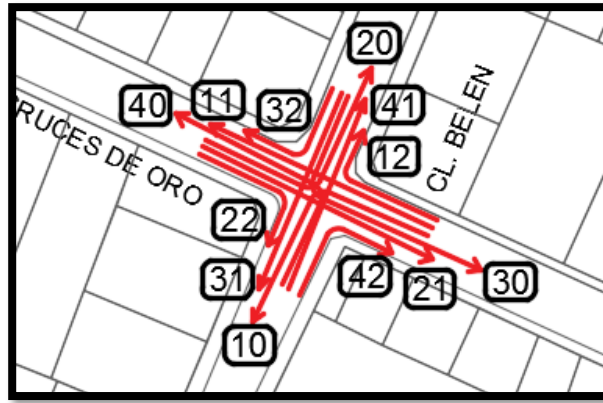


Figura 43: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén

Fuente: Adaptación Propia

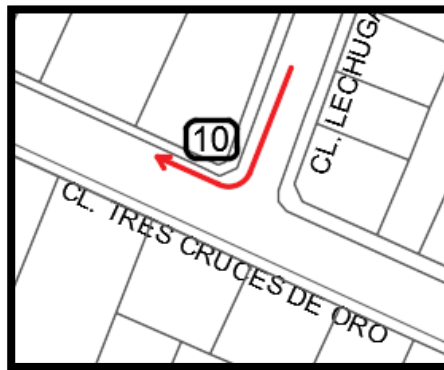


Figura 44: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Lechugal

Fuente: Adaptación Propia

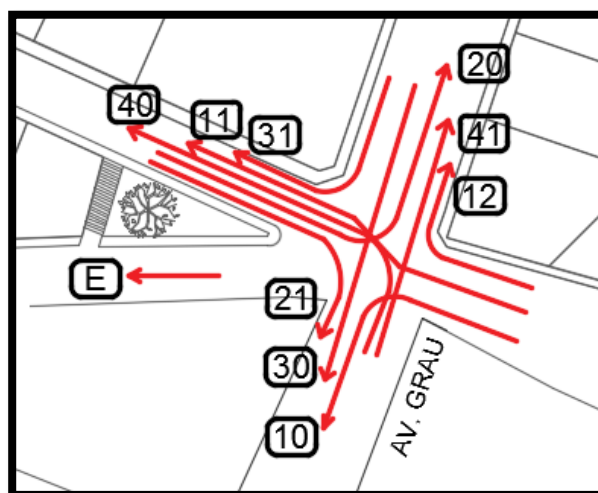


Figura 45: Codificación de movimientos vehiculares de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Regional – Av. Ejército – Av. Grau – Pte. Grau

Fuente: Adaptación Propia

3.5.2.5. Codificación de movimientos peatonales

A lo largo del eje vial a estudiar se identificaron los sentidos en los cuales los peatones se desplazan con el fin de unificar sus movimientos y codificarlos, esto facilito el procesamiento de datos. Estan presentes desde la figura 44 a la 50.

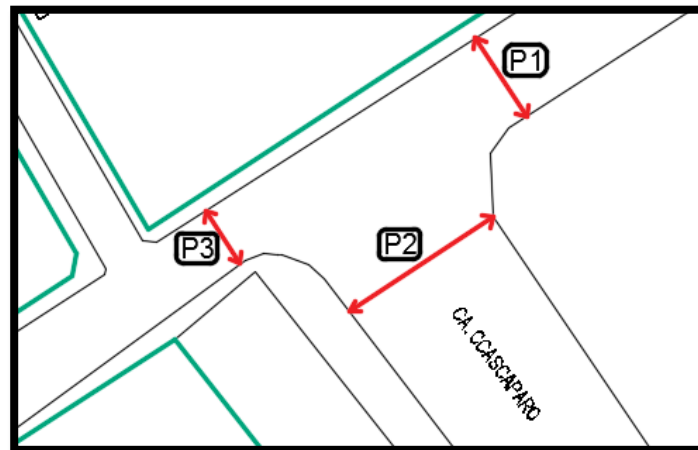


Figura 46: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Hospital – Cascaparo y Santa Clara

Fuente: Adaptación Propia

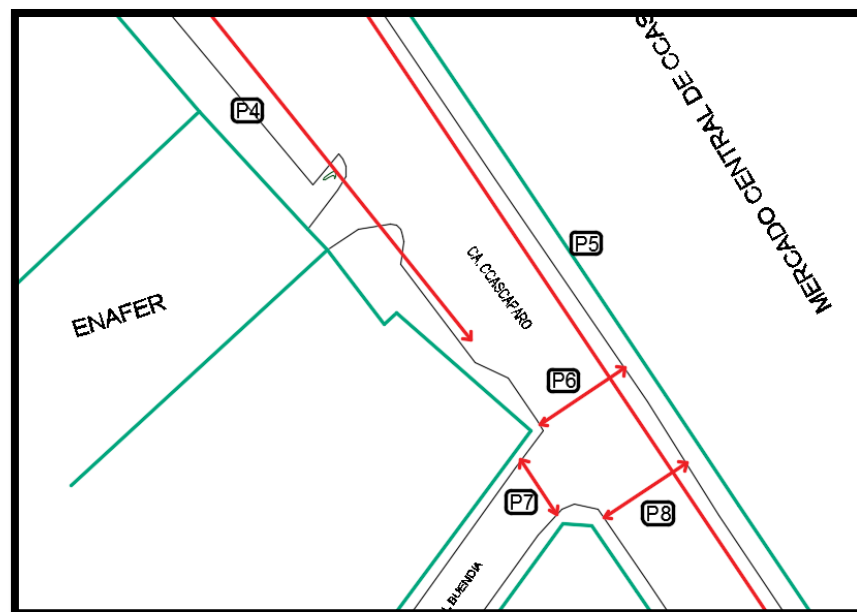


Figura 47: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Cascaparo y General Buendía

Fuente: Adaptación Propia

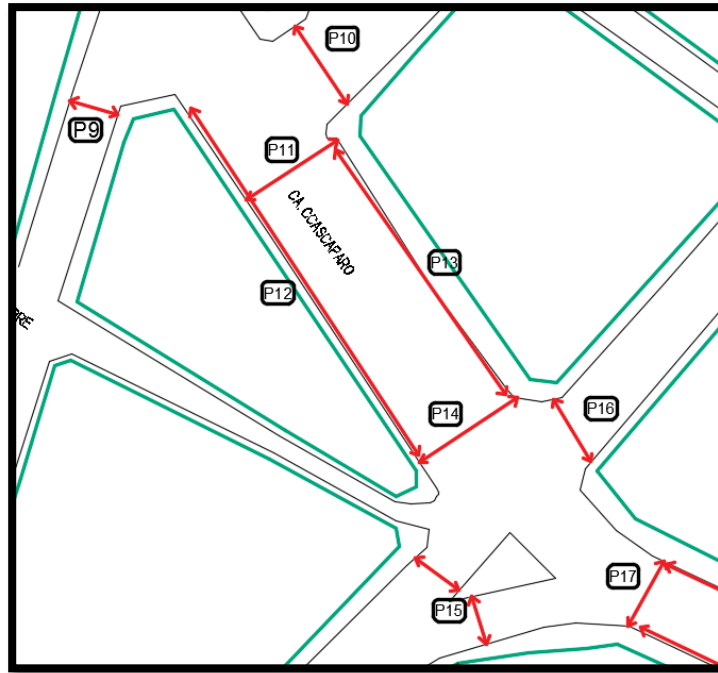


Figura 48: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Cascaparo – Tres Cruces de Oro – Monjaspata y Calle Nueva

Fuente: Adaptación Propia

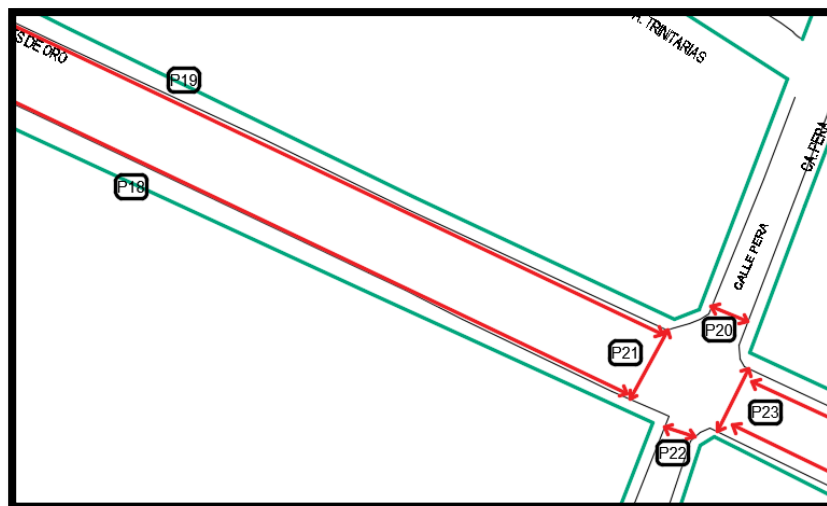


Figura 49: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Pera

Fuente: Adaptación Propia

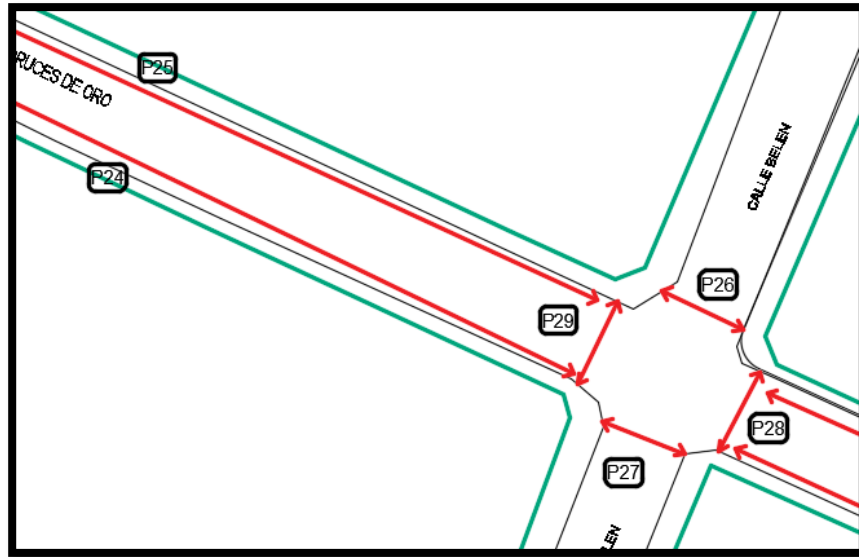


Figura 50: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Belén

Fuente: Adaptación Propia

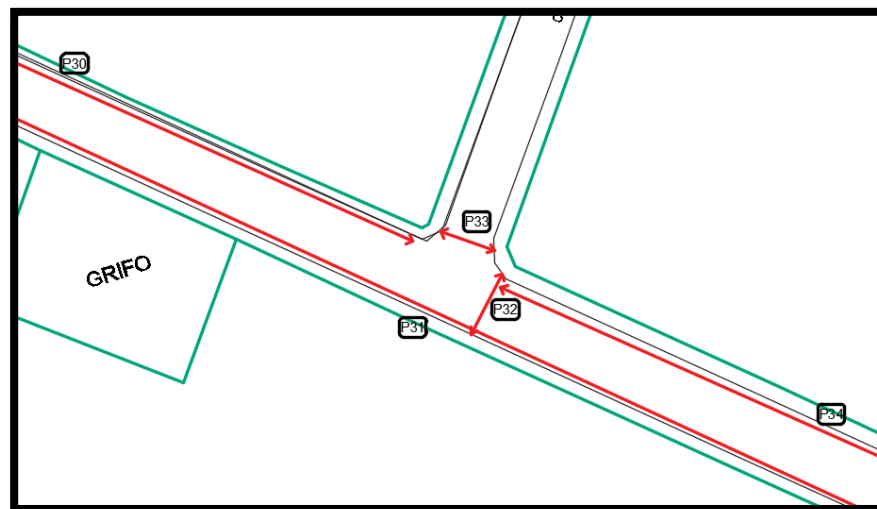


Figura 51: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro y Lechugal

Fuente: Adaptación Propia

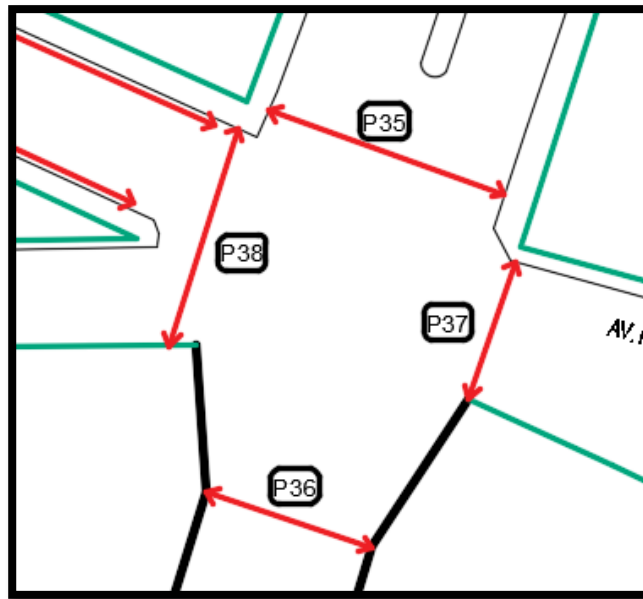


Figura 52: Codificación de movimientos peatonales de la intersección de las calles Tres Cruces de Oro – Regional – Av. Ejército – Av. Grau – Pte. Grau

Fuente: Adaptación Propia

3.5.2.6. Identificación de los puntos de aforo vehicular y peatonal

Se realizó la identificación de las estaciones de aforo en las intersecciones semaforizadas en estudio así como en las veredas a lo largo del eje, tomando en cuenta una posición estratégica para una adecuada toma de datos.

3.5.2.7. Toma de datos de aforos vehiculares y peatonales específicos

La finalidad de los aforos de los volúmenes vehiculares y peatonales fue establecer la capacidad vial y el nivel de servicio que presentan las intersecciones con el uso de las tablas 13 y 14; por medio de estos aforos se obtuvo:

- Clasificación vehicular (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Volúmenes vehiculares

Dichos aforos específicos están presentes en los **ANEXOS B y C**.

3.5.2.8. Toma de Longitud de Colas

Con la ayuda de personal, se procedió a medir las longitud de colas presentes usando la tabla 17 en las intersecciones con la finalidad de usarlas posteriormente en la

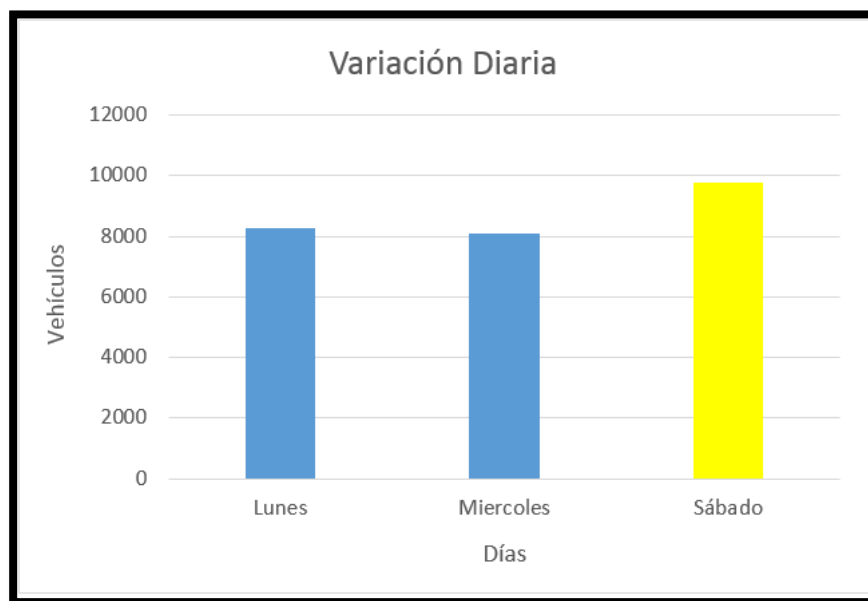
calibración del modelo de simulación. Las fichas de longitudes de colas y la calibración pertinente están presentes en el **ANEXO D**.

3.6 Procedimiento de Análisis de Datos

3.6.1. Determinación de la Variación Diaria

Se realizó la suma de los volúmenes vehiculares de los aforos preliminares presentes en las tablas 18, 19 y 20 para determinar el día de máxima demanda vehicular. Dichos volúmenes son apreciados en la siguiente tabla:

Tabla 32: Variación Diaria de los conteos preliminares



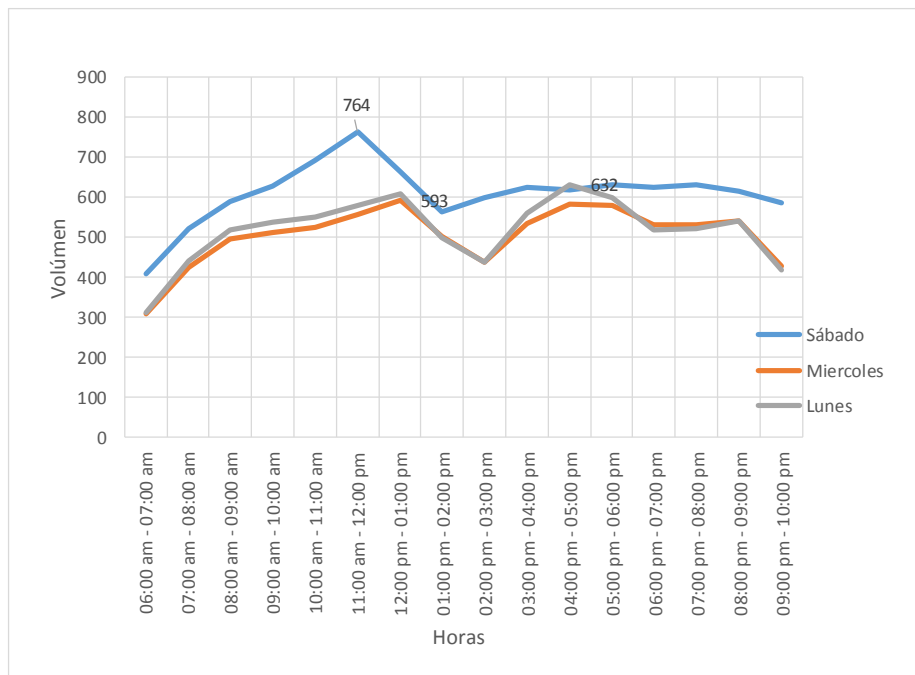
Fuente: Propia

Conclusión: Como se observa en la figura, se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día Sábado.

3.6.2. Variación Horaria

Se procedió a sumar los volúmenes vehiculares por hora del día sábado, esto con la finalidad de determinar la hora de mayor afluencia vehicular. En la tabla siguiente se aprecian dichos datos.

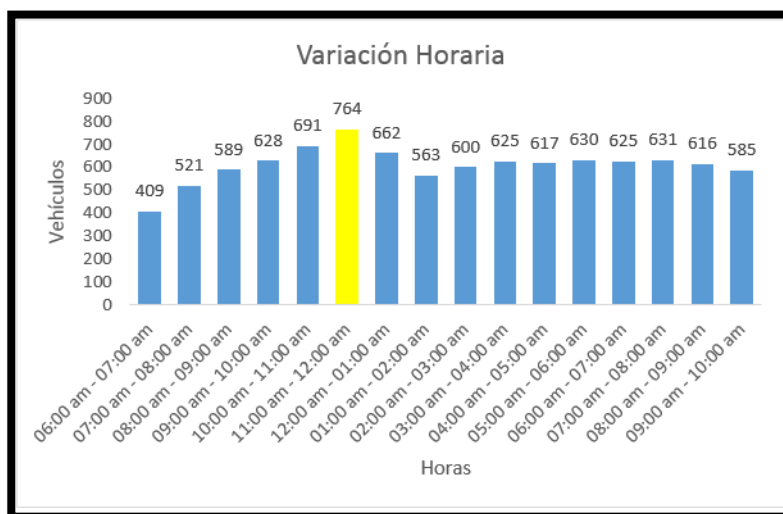
Tabla 33: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Sábado



Fuente: Propia

Conclusión: Como se aprecia en las tabla 32 y 33, se determinó que el día y la hora de mayor afluencia vehicular corresponde al día Sábado de 11:00 am a 12:00 am cuya variación horaria se aprecia en la tabla 34; hora en la cual se procedió a realizar los conteos tanto vehiculares como peatonales específicos basados en las codificaciones previamente establecidas.

Tabla 34: Variación Horaria del día Sábado



Fuente: Propia


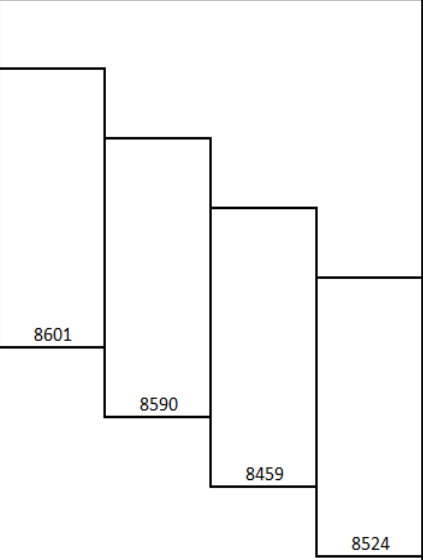


3.6.3. Volúmenes Vehiculares y Peatonales por Aproximación

Con base en el horario determinado previamente en la tabla 34, los flujos tanto vehiculares como peatonales por acceso – movimiento, fueron aforados en un lapso de dos horas (10:30 am – 12:30 am). Para dichos volúmenes individuales se usaron las tablas 13 y 14 y se encuentran en las fichas de aforo respectivas en los **ANEXOS B y C**, sin embargo, a continuación se presentan las tablas 36 y 38 con la suma de todos los volúmenes por intersección. Asimismo, con la finalidad de implementar y procesar los datos vehiculares en el software VISSIM 9 y analizar el nivel de servicio peatonal mediante la metodología de HCM 2010, se procedió a determinar el flujo máximo en intervalos de 1 hora en ambos casos.

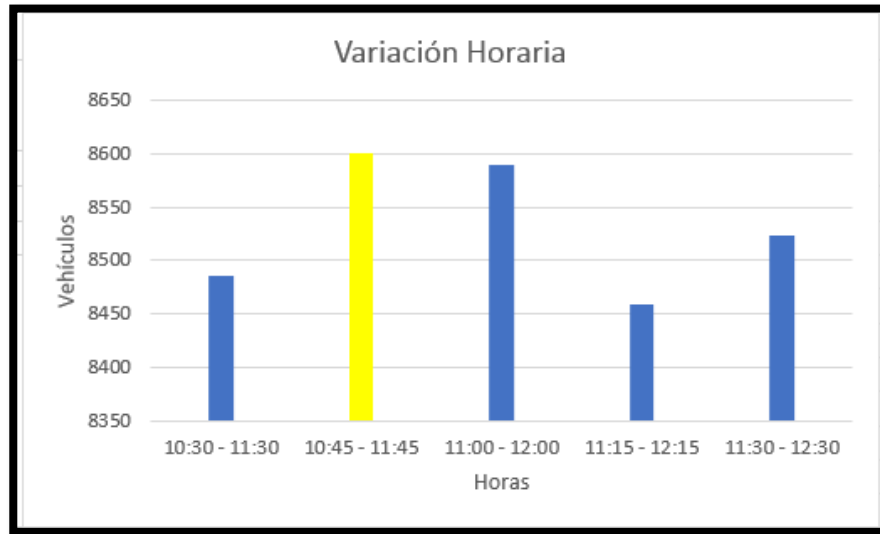


Tabla 35: Resumen de los aforos por aproximación vehiculares y la agrupación horaria

Ficha de Aforo Vehicular										
Tesis:	 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL									
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes									Agrupación Horaria
Hora:	H - ST - C	GB - C	PG - C	M - CN - C - TC	P - TC	B - TC	L - TC	G - R - TC	TOTAL	
10:30 - 10:45	229	246	133	328	110	261	15	643	1965	
10:45 - 11:00	305	258	106	316	102	306	11	741	2145	
11:00 - 11:15	328	285	119	350	101	394	17	720	2314	
11:15 - 11:30	282	271	107	318	85	348	12	638	2061	
11:30 - 11:45	263	284	124	312	101	352	22	623	2081	
11:45 - 12:00	310	254	105	324	89	375	13	664	2134	
12:00 - 12:15	328	267	113	338	93	384	7	653	2183	
12:15 - 12:30	302	284	96	334	83	379	4	644	2126	
Total	2347	2149	903	2620	764	2799	101	5326	17009	
%	13.80%	12.63%	5.31%	15.40%	4.49%	16.46%	0.59%	31.31%	100.00%	

Fuente: Propia

Tabla 36: Variación Horaria Vehicular



Fuente: Propia

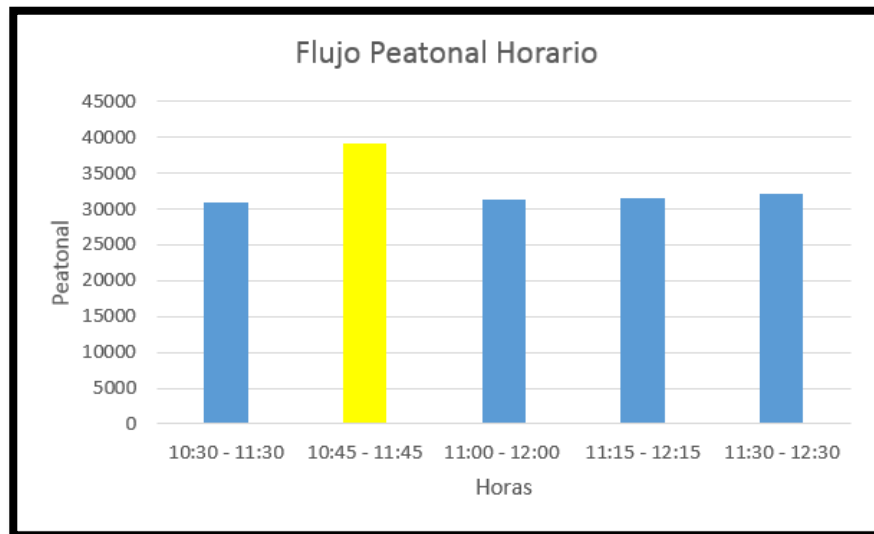
Conclusión: Como se aprecia en la tabla 36, la hora de mayor afluencia vehicular es de 10:45 am a 11:45 am, dichos flujos seran usados para el diseño del modelo de simulación.

Tabla 37: Resumen de los aforos peatonales por aproximación y la agrupación horaria

FICHA DE AFORO PEATONAL		
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	Agrupación por Horas
10:30 - 10:45	7437	
10:45 - 11:00	7839	
11:00 - 11:15	7730	
11:15 - 11:30	7990	
11:30 - 11:45	7641	
11:45 - 12:00	7933	
12:00 - 12:15	7969	
12:15 - 12:30	8537	
Total	67135	

Fuente: Propia

Tabla 38: Variación Horaria Peatonal



Fuente: Propia

Conclusión: Como se puede apreciar en la tabla 38, la hora de máxima demanda peatonal es de 10:45 am a 11:45 am, dichos flujos serán usados para determinar el nivel de servicio peatonal en base al HCM 2010.

3.6.4. Construcción del modelo, calibración y validación

3.6.4.1. Construcción del Modelo

Al tener los datos de campo ya procesados, se procede con la construcción del modelo empleando el software especializado Vissim 9 en su versión estudiantil. La información recolectada será usada como datos de entrada en la construcción del modelo. Los detalles de la elaboración del mismo se describirán en los siguientes apartados.

- **Imagen de Fondo (Background)**

La referencia (mapa) para la construcción del modelo se obtuvo de Google Maps. La imagen empleada se muestra en la figura 52.



Figura 53: Background

Fuente: Propia

- **Links y Conectores**

Los links y conectores se emplean para representar, en la construcción del modelo, las vías que componen la intersección. Para utilizar estos comandos se necesitan los siguientes datos recolectados en campo: el ancho de las vías, el número de carriles de las mismas, la dirección del tráfico permitido, entre otros.

En la figura 52 se aprecia el recuadro de interacción para colocar los datos necesarios para la creación de la calle Hospital.

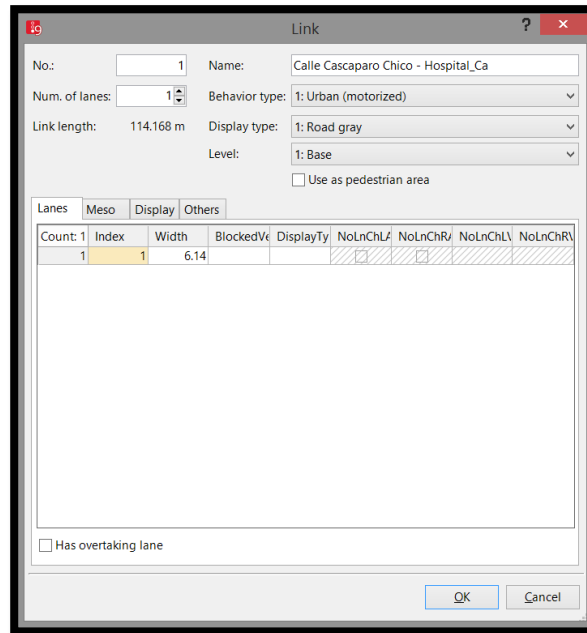


Figura 54: Link de la calle Hospital

Fuente: Propia

- **Composición de Vehículos**

En el caso de los vehículos, para ingresar la clase, la velocidad, y el porcentaje del tránsito que circula por cada rama de la intersección se necesita usar la herramienta denominada “Vehicle Compositions”. En el entorno que se muestra en la figura 53, se observa que se ingresaron los datos recolectados en campo para la calle Monjaspata.

Count	No	Name
1	10	Pasaje Grohening
2	11	General Buendia
3	20	Union
4	30	Santa Teresa
5	41	Hospital
6	42	Calle Nueva
7	43	Monjaspata
8	44	Belen_30
9	45	Belen_40
10	46	Lechugal
11	47	Regional
12	48	Dte_Grau

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	20: 20 km/h	81.155
2	200: HGV	20: 20 km/h	1.216
3	300: Bus	20: 20 km/h	17.629

Figura 55: Composición Vehicular de la calle Monjaspata

Fuente: Propia

- **Ingreso de Datos**

Luego de haber recreado la geometría de la intersección, mediante links y conectores, se procede a realizar la composición de vehículos que transitan en el eje de estudio. El siguiente paso se lleva a cabo a través de los llamados “Vehicle Inputs”, que son

las herramientas de ingreso de volúmenes o cantidad de vehículos. Asimismo, se ingresa los tiempos de los semáforos, las rutas que siguen los vehículos, entre otros.

Entrada de Vehículos

Como se describió anteriormente, se hace uso de las herramientas “Inputs”. En la figura 54, se observa los volúmenes ingresados de vehículos que transitan por cada vía de la intersección.

Count: 13	No	Name	Link	Volume(0)
1	1		3: Calle Hospital	165.0
2	2		5: Calle Santa Teresa	387.0
3	3		7: Calle Unión	118.0
4	4		8: Calle GeneralBuendía	282.0
5	5		13: Gohering	300.0
6	6		16: Calle Nueva	50.0
7	7		18: Monjaspata	329.0
8	316		29: Belen_2	316.0
9	317		31: Belen_1	306.0
10	318		32: Lechugal	62.0
11	319		37: Regional	1167.0
12	320		33: Pte. Grau	586.0
13	321		35: Av. Grau	388.0

Figura 56: Entrada de Vehículos

Fuente: Propia

Asignación de Rutas

En este apartado se procede con la distribución del tránsito total según la cantidad de vehículos que transitan por una vía(ruta) del eje. En la figura 55, se muestra la distribución vehicular de la calle Hospital y el porcentaje correspondiente a las rutas que están permitidas desde esta entrada a todo el eje estudiado.

Count: 13	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses	Count: 13	VehRoutDec	No	Name	DestLink	DestPos	RelFlow(0)
1	9		3: Calle Hospital	1.167	✓		1	9	1	9: Calle GeneralBuendia	38.106	4.848	
2	10		5: Calle Santa Teresa	0.894	✓		2	9	2	12: Cascaparo Chico	31.600	20.606	
3	11		7: Calle Unión	0.538	✓		3	9	3	19: Monjaspata	32.683	6.061	
4	12		8: Calle GeneralBuendía	49.728	✓		4	9	4	17: Calle Nueva	38.285	1.212	
5	13		13: Gohering	52.603	✓		5	9	5	26: Pera_1	33.211	0.000	
6	14		18: Monjaspata	25.863	✓		6	9	6	27: Pera_2	27.510	5.697	
7	15		16: Calle Nueva	14.381	✓		7	9	7	30: Belen_1	33.974	1.818	
8	16		31: Belen_1	56.925	✓		8	9	8	28: Belen_2	33.762	0.606	
9	17		29: Belen_2	44.904	✓		9	9	9	34: Pte. Grau	46.592	4.242	
10	18		37: Regional	0.480	✓		10	9	10	36: Av. Grau_2	40.809	5.455	
11	19		35: Av. Grau	24.025	✓		11	9	11	38: Ejercito	35.746	0.000	
12	20		33: Pte. Grau	11.379	✓		12	9	12	6: Calle Santa Teresa	29.088	45.455	
13	21		32: Lechugal	1.139	✓		13	9	13	10025: Cascaparo_212	14.164	4.000	

Figura 57: Asignación de Rutas de la calle Hospital

Fuente: Propia

- **Señales de Control**

Para añadir controles semafóricos al modelo se deben colocar los “signal heads” en los lugares de las vías donde se desea representar un semáforo. Antes de situar los “signal heads” se deben de programar en el entorno de “signal control” o señales de control. En este apartado se ingresa la duración de las fases de los semáforos existentes en la zona de estudio. En la figura 56, se presenta la programación empleada para una intersección del eje.

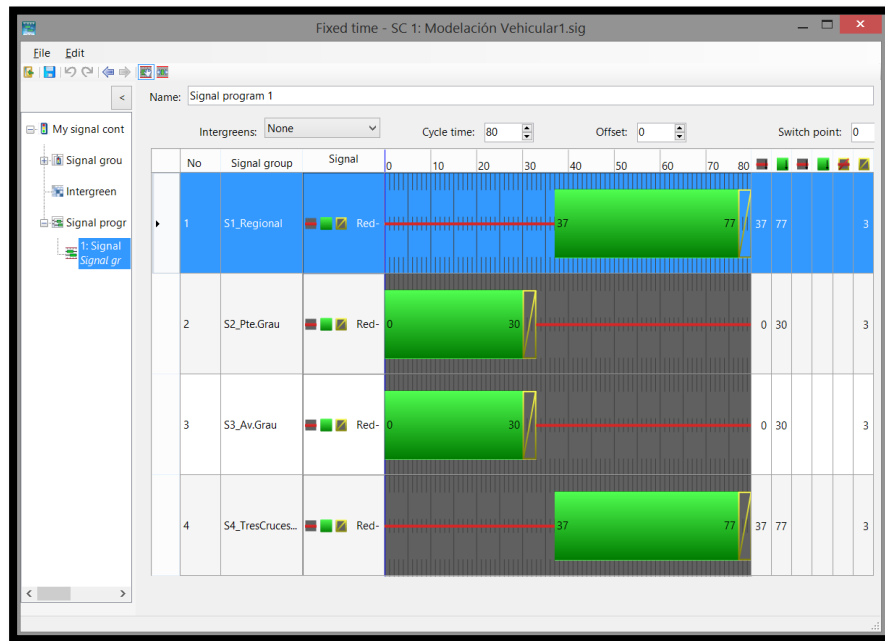


Figura 58: Señales de Control

Fuente: Propia

- **Reglas de Prioridad**

Antes de utilizar las reglas de prioridad en el modelo, se procede a disponer las áreas de conflicto. Estas son los cruces que se generan entre los links y conectores que componen el modelo. Las mismas que se crean automáticamente en los traslapes de conector con link. Se recomienda agotar, en primer lugar, este recurso para controlar el tráfico a modelar; ya que es más sencillo organizar el tránsito de esta manera. Normalmente, se necesitan de las reglas de prioridad como ayuda o complemento a las áreas de conflicto. En la figura 57, se muestran las áreas de conflicto que se tienen en una de las intersecciones. Las áreas que son de color verde son las que poseen prioridad de pase frente a las de color rojo.

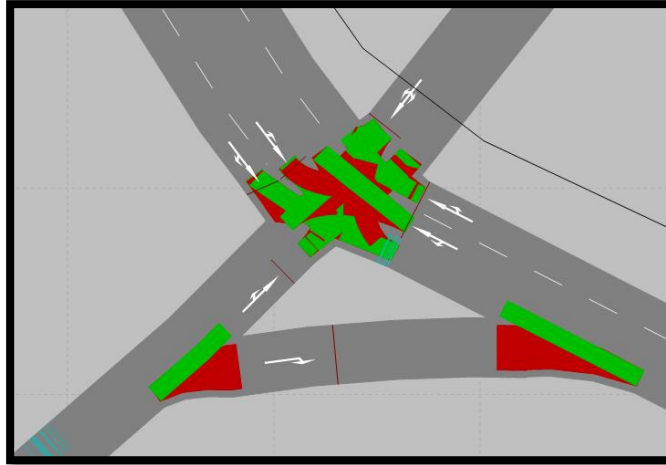


Figura 59: Áreas de conflicto

Fuente: Propia

3.6.4.2. Verificación del Modelo

La verificación del modelo se realiza con el fin de identificar posibles errores en el ingreso de los datos recogidos en campo como las fases de los semáforos, aforos vehiculares, entre otros.

En el proceso de revisión, se encontró que las longitudes de cola variaban considerablemente. Esto debido a que los paraderos, estacionamientos, un ciclo semafórico en específico, no fueron analizados debido a las limitaciones por el software. Por ello, se eligió como parámetro de eficiencia, para calibrar el modelo, las longitudes de cola a lo largo del eje estudiado ya que teniendo esto en cuenta, previamente se midió las longitudes de cola en campo para este propósito.


3.6.4.3. Calibración del Modelo

En este caso, la calibración de este modelo en especial fue lograda gracias a las comparaciones de los cálculos de varianza y desviación estándar entre las longitudes de cola tomadas en campo y las obtenidas mediante el software VISSIM. Dichos datos están presentes en el Anexo n°5

3.6.4.4. Validación del Modelo

Una vez calibrado el modelo, se procede a la validación del mismo. Este proceso se basa en cambiar los datos de entrada, usados para la creación del modelo, por los obtenidos una vez comparados en la calibración. Los nuevos datos de entrada al software están detallados a continuación en la tabla 39.

Tabla 39: Nuevos datos validados de entrada

Nuevos Aforos Vehiculares		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Datos de Entrada	Calibración	Validación
Puente Grau	581	558
Av. Regional	1162	1116
Av. Grau	388	357
Belen E	316	278
Belen W	306	285
Monjaspata	329	313
Calle Nueva	50	43
Pje. Gohering	300	250
General Buendía	282	358
Hospital	167	107
Santa Teresa	387	248
Unión	118	75

Fuente: Propia

3.6.5. Análisis de la Situación Actual y de las Propuestas de Mejora

Quince corridas fueron necesarias al momento de realizar la simulación en el software VISSIM y el promedio de todas fue usado como resultado. Basado en los datos validados en la tabla 40 para vehículos y el anexo C y la tabla 38 para peatones; y con el fin de tener resultados más profundos y exactos tanto de la situación actual como de las propuestas de mejora, los datos vehiculares se analizaron como **Eje entero**, entendiéndose por esto, al análisis por ingreso en un punto específico (calle) y la salida por los diversos puntos de salida que comprenden al eje vial que se está analizando, siendo estos datos expresados por demora vehicular (segundos/vehículo) y la representación del funcionamiento del eje como uno solo; e **Intersecciones separadas**, que comprende al análisis por separado de las cinco intersecciones del eje, expresado también por demora vehicular (segundos/vehículo) y representando al funcionamiento particular de cada una de ellas. Los datos peatonales se analizaron con distintos métodos presentes en el HCM 2010, uno de ellos para **Intersecciones semaforizadas**, que detallan el comportamiento de los cruces peatonales y de las esquinas en favor de los peatones, así como una puntuación del nivel de servicio para toda la intersección; y el otro para **Intersecciones no semaforizadas y veredas del eje**, que analiza el comportamiento de los peatones en su tránsito por todo el eje de

estudio. Por supuesto, todas estas separadas por modelo de la simulación actual y de las propuestas conjuntamente para tener un desarrollo completo.

3.6.5.1. Situación Actual

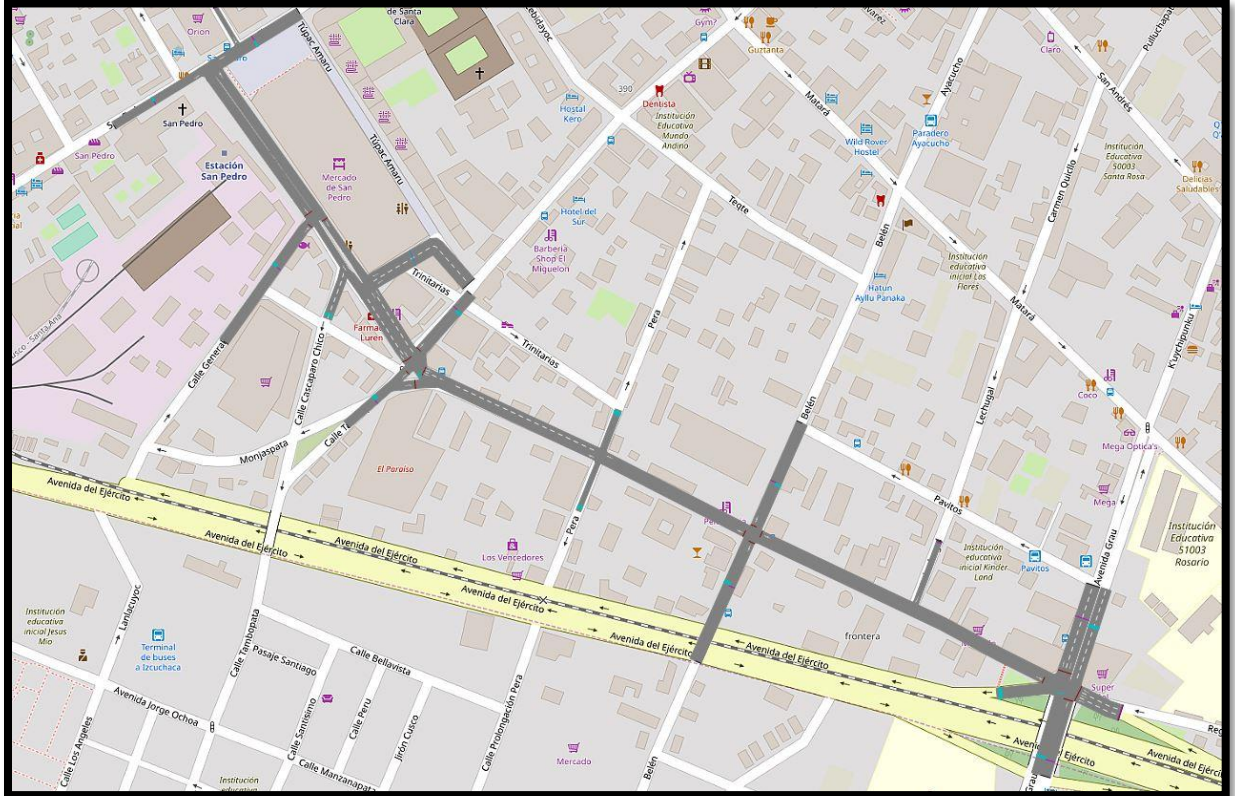



Figura 60: Situación Actual

Fuente: Adaptación Propia

“LOS” vehicular por Análisis del eje Entero

A continuación se muestra los resultados de la simulación del estado actual del eje estudiado en cuanto a nivel de Servicio.

Tabla 40: Nivel de Servicio Vehicular Actual por Análisis del eje entero

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR ACTUAL						
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL				
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes					
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45				Año de Análisis	2018
Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)
Calle Hospital	Santa Clara	5.75	6.18	3.00	127.02	A
	General Buendía	6.24		9.71		A
	Calle Nueva	6.24		116.3		F
	Monjaspata	6.24		69.25		E
	Belen 1	6.24		143.09		F
	Belen 2	6.24		139		F
	Pte. Grau	6.24		209.16		F
	Avenida Grau	6.24		326.65		F
Calle Santa Clara	Hospital	30.61	33.29	3.37	120.48	A
	General Buendía	33.67		28.71		C
	Calle Nueva	33.67		115.3		F
	Monjaspata	33.67		55.22		E
	Belen 1	33.67		144.75		F
	Belen 2	33.67		140.23		F
	Pte. Grau	33.67		192.24		F
	Avenida Grau	33.67		284.01		F
Calle Unión	Hospital	20.51	21.11	21.77	129.87	C
	General Buendía	21.19		43.43		D
	Calle Nueva	21.19		132.65		F
	Monjaspata	21.19		31.46		C
	Belen 1	21.19		155.75		E
	Belen 2	21.19		141.23		D
	Pte. Grau	21.19		210.2		F
	Avenida Grau	21.19		302.5		F
Calle General Buendía	Hospital	63.36	63.36	26.07	126.60	C
	Santa Clara	63.36		23.36		C
	Calle Nueva	63.36		93.94		F
	Monjaspata	63.36		71.42		E
	Belen 1	63.36		146.23		F
	Belen 2	63.36		180.9		F
	Pte. Grau	63.36		238.21		F
	Avenida Grau	63.36		232.63		F

continua...



Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)
Pasaje Grohening	Hospital	25.84	25.06	30.9	109.39	C
	Santa Clara	25.84		29.22		C
	General Buendía	25.84		51.35		D
	Calle Nueva	24.67		73.75		E
	Monjaspata	24.67		54.15		D
	Belen 1	24.67		172.55		F
	Belen 2	24.67		95.34		F
	Pte. Grau	24.67		233.37		F
	Avenida Grau	24.67		243.84		F
Calle Nueva	Hospital	29.55	29.55	74.64	100.96	E
	Santa Clara	29.55		68.65		E
	General Buendía	29.55		58.6		E
	Monjaspata	29.55		31.71		C
	Belen 1	29.55		73.59		E
	Belen 2	29.55		65.32		E
	Pte. Grau	29.55		231.62		F
	Avenida Grau	29.55		203.52		F
Calle Monjaspata	Hospital	59.44	52.36	56.98	74.40	E
	Santa Clara	59.44		55.31		E
	General Buendía	59.44		43.23		D
	Calle Nueva	59.44		30.64		C
	Belen 1	45.28		53.59		D
	Belen 2	45.28		45.32		D
	Pte. Grau	45.28		129.05		F
	Avenida Grau	45.28		181.08		F
Calle Belen Este	Hospital	96.67	96.67	87.61	92.99	F
	Santa Clara	96.67		84.7		F
	General Buendía	96.67		117.38		F
	Calle Nueva	96.67		46.38		D
	Monjaspata	96.67		52.11		D
	Belen 1	96.67		41.95		D
	Pte. Grau	96.67		170.77		F
	Avenida Grau	96.67		143.05		F
Calle Belen Oeste	Hospital	88.6	88.6	117.29	116.02	F
	Santa Clara	88.6		125.82		F
	General Buendía	88.6		114.8		F
	Calle Nueva	88.6		92.47		F
	Monjaspata	88.6		77.77		E
	Belen 2	88.6		64.99		E
	Pte. Grau	88.6		147.25		F

continua...




Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)
Av. Grau	Hospital	64.31	64.31	83.09	50.99	F
	Santa Clara	64.31		54.71		D
	General Buendía	64.31		62.83		E
	Calle Nueva	64.31		43.32		D
	Monjaspata	64.31		39.73		D
	Belen 1	64.31		46.26		D
	Belen 2	64.31		37.89		D
	Pte. Grau	64.31		40.11		D
Puente Grau	Hospital	63.71	63.71	98.92	84.80	F
	Santa Clara	63.71		110.71		F
	General Buendía	63.71		72.94		E
	Calle Nueva	63.71		64.69		E
	Monjaspata	63.71		94.26		F
	Belen 1	63.71		116.35		F
	Belen 2	63.71		53.57		D
	Avenida Grau	63.71		66.98		E
Av. Regional	Hospital	43.43	43.43	104.69	69.33	F
	Santa Clara	43.43		99.55		F
	General Buendía	43.43		73.71		E
	Calle Nueva	43.43		77.07		E
	Monjaspata	43.43		68.77		E
	Belen 1	43.43		64.11		E
	Belen 2	43.43		51.29		D
	Pte. Grau	43.43		48.56		D

Fuente: Propia

“LOS” vehicular por Análisis por Intersecciones

A continuación se muestra los resultados de la simulación del desempeño del estado actual de las intersecciones por si solas.

Tabla 41: Nivel de Servicio Vehicular Actual por Intersecciones

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR ACTUAL									
Tesis:	 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45					Año de Análisis		2018	
Interseccion	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio	
Calle Hospital - Calle Santa Clara - Cascaparo	Cascaparo	Hospital	30.54	19.89	3.07	6.24	A	A	
		Santa Clara	11.07		1.44		A		
	Hospital	Cascaparo	6.26		2.16		A		
		Santa Clara	5.24		1.68		A		
	Santa Clara	Hospital	30.61		6.21		A		
		Cascaparo	33.67		2.85		A		
	Unión	Hospital	20.51		21.21		C		
		Cascaparo	21.19		11.31		B		
Calle General Buendía - Cascaparo	Cascaparo Bajada	General Buendía	56.71	72.60	20.73	26.44	C	C	
		Cascaparo	56.71		24.47		C		
	Cascaparo Subida	General Buendía	97.74		27.75		C		
		Cascaparo	97.74		33.99		C		
	General Buendía	Cascaparo Subida	63.36		26.65		C		
		Cascaparo Bajada	63.36		25.04		C		
Cascaparo - Calle Nueva - Monjaspata - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	Calle Nueva	115.54	62.67	110.47	44.70	F	D	
		Monjaspata	115.54		46.64		D		
		Tres Cruces de Oro	115.54		90.8		F		
	Calle Nueva	Cascaparo	29.55		37.82		D		
		Monjaspata	29.55		44.63		D		
		Tres Cruces de Oro	29.55		45.38		D		
	Monjaspata	Cascaparo	59.44		43.18		D		
		Calle Nueva	59.44		27.97		D		
		Tres Cruces de Oro	45.28		18.6		B		
	Tres Cruces de Oro	Cascaparo	51.86		23.1		C		
		Calle Nueva	50.38		23.28		C		
		Monjaspata	50.38		24.51		C		

continua...



Interseccion	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Calle Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Bajada	Tres Cruces de Oro	172.62	102.22	46.52	40.82	D	D
		Belen Oeste	172.62		33.93		C	
		Belen Este	172.62		26.32		C	
	Tres Cruces de Oro Subida	Tres Cruces de Oro	50.99		16.4		B	
		Belen Oeste	50.99		11.56		B	
		Belen Este	50.99		14.71		B	
	Belen Oeste	Tres Cruces de Oro S	88.6		53.62		D	
		Tres Cruces de Oro B	88.6		80.04		F	
		Belen	88.6		52.29		D	
	Belen Este	Tres Cruces de Oro S	96.67		52.92		D	
		Tres Cruces de Oro B	96.67		65.34		E	
		Belen	96.67		36.13		D	
Av. Grau - Puente Grau - Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	Puente Grau	238.6	95.95	149.76	72.87	F	E
		Avenida Grau	238.6		152.76		F	
	Puente Grau	Tres Cruces de Oro	63.71		74.36		E	
		Avenida Grau	63.71		64.24		E	
	Av. Grau	Tres Cruces de Oro	64.31		56.22		E	
		Puente Grau	64.31		48.1		D	
	Regional	Tres Cruces de Oro	43.43		30.86		C	
		Puente Grau	43.43		47.57		D	

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones semaforizadas

A continuación se muestra los resultados del Nivel de Servicio peatonal del análisis mediante la metodología del HCM 2010 para intersecciones semaforizadas.

Tabla 42: Nivel de Servicio Peatonal Actual de Intersecciones SemafORIZADAS

Nivel de Servicio Peatonal Actual								
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45				Año de Análisis		2018	
Intersección	Cruce	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score
Cascaparo - General Buendía	Cascaparo N	2.063	F	31.58	C	13.091	2.694	B
	Cascaaparo S	2.629	F	64.57	A	13.091	2.662	B
	General Buendía	1.877	F	30.22	C	10.506	1.983	A
Cascaparo - Monjaspata - Calle Nueva - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	2.057	F	29.32	C	4.3	2.45	B
	Monjaspata	791.24	A	35.25	C	5.98	2.33	B
	Calle Nueva	0.687	F	21.69	D	5.98	1.86	A
	Tres Cruces de Oro	792.77	A	40.74	B	7.93	2.89	C
Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Norte	31.09	C	52.38	B	14.22	2.536	B
	Tres Cruces de Oro Sur	12.53	E	40.12	B	14.22	2.817	C
	Belen Oeste	8.41	E	27.08	C	8.91	2.181	B
	Belen Este	23.25	D	53.25	B	8.91	2.208	B
Av. Grau - Puente Grau - Av. Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	23.12	D	45.99	B	14.4	2.732	B
	Av. Grau	22.37	D	84.57	A	9.025	3.418	C
	Puente Grau	1.607	F	387.39	A	9.025	4.209	D
	Av. Regional	21.966	D	44.27	B	14.4	2.594	B

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones no semaforizadas y veredas del eje

A continuación se muestra los resultados del Nivel de Servicio peatonal del análisis mediante la metodología del HCM 2010 para intersecciones no semaforizadas y veredas del eje.



Tabla 43: Nivel de Servicio Peatonal Actual de Intersecciones no Semaforzadas

Nivel de Servicio Peatonal Actual de Intersecciones no semaforzadas				
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45	Año de Análisis	2018	
Tipo de Infraestructura	Código de Ubicación	Razón de Flujo Peatonal por Unidad de Ancho $V_p(p/ft/min)$	Espacio por peaton $A_p(ft^2/p)$	LOS
Intersección no Semaforzada	P1	0.71	336.32	B
	P2	0.66	365.53	B
	P3	0.82	293.22	B
Veredas del Eje	P4	1.43	167.81	A
	P5	3.21	74.73	A
	P12	14.43	16.63	D
	P13	3.49	68.68	A
Intersección no Semaforzada	P9	1.97	121.56	B
	P10	1.82	132.13	B
	P11	0.22	1076.17	A
Veredas del Eje	P18	6.53	36.77	D
	P19	6.84	35.06	D
Intersección no Semaforzada	P20	3	79.93	B
	P21	1.59	151.11	B
	P22	5.5	43.65	C
	P23	2.11	113.91	B

continua...

Veredas del Eje	P24	18.18	13.2	E
	P25	7.37	32.57	C
	P30	6.04	39.73	B
	P31	6.1	39.37	B
	P34	2.44	98.24	A
Intersección no Semaforizada	P32	0.27	882.12	A
	P33	0.97	247.89	B

Fuente: Propia

3.6.5.2. Alternativa 1 – Optimización Semafórica

Como primera propuesta se pretende hacer un cambio de los ciclos actuales de los semáforos (optimizarlos). Con el fin de lograr este objetivo, se procedió a simular distintos cambios en los ciclos semafóricos, el valor resultante será la disminución en 10 segundos por ciclo en cada intersección analizada, debido a que fue en el cual se apreció una mejora parcial en ciertos accesos al eje; estas fueron repartidas entre las mismas cantidades y proporciones de tiempo (verde, ámbar, rojo).

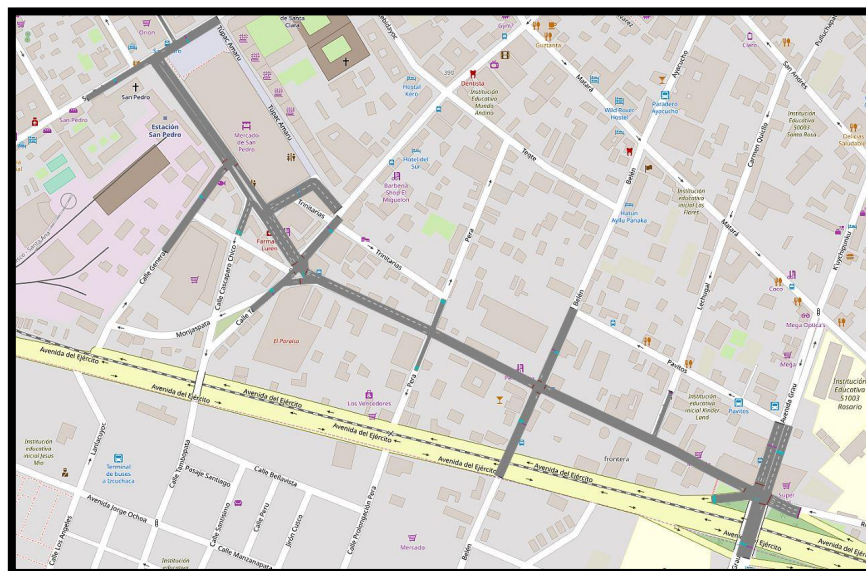



Figura 61: Optimización Semafórica

Fuente: Adaptación Propia

“LOS” vehicular por Análisis del eje Entero

A continuación se muestra los resultados de la simulación del estado actual del eje estudiado en cuanto a nivel de Servicio.

Tabla 44: Nivel de Servicio Vehicular - Optimización Semafórica del Eje entero

Nivel de Servicio Vehicular - Optimización Semafórica							
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL					
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45			Año de Análisis		2018	
Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Calle Hospital	Santa Clara	8.97	10.06	1.67	98.90	A	F
	General Buendía	10.21		12.55		A	
	Calle Nueva	10.21		118.26		F	
	Monjaspata	10.21		95.82		E	
	Belen 1	10.21		91.49		F	
	Belen 2	10.21		94.64		D	
	Pte. Grau	10.21		168.68		F	
	Avenida Grau	10.21		208.12		F	
Calle Santa Clara	Hospital	28.22	30.91	2.87	107.24	A	F
	General Buendía	31.29		21.57		C	
	Calle Nueva	31.29		108.26		F	
	Monjaspata	31.29		85.64		E	
	Belen 1	31.29		84.99		D	
	Belen 2	31.29		87.47		D	
	Pte. Grau	31.29		163.68		F	
	Avenida Grau	31.29		303.47		F	
Calle Unión	Hospital	16.66	17.57	11.31	117.23	C	F
	General Buendía	17.7		54.61		D	
	Calle Nueva	17.7		128.99		F	
	Monjaspata	17.7		80.87		C	
	Belen 1	17.7		92.39		E	
	Belen 2	17.7		95.51		D	
	Pte. Grau	17.7		168.71		F	
	Avenida Grau	17.7		305.45		F	
Calle General Buendía	Hospital	78.37	78.37	30.62	113.05	C	F
	Santa Clara	78.37		27.26		C	
	Calle Nueva	78.37		130.81		F	
	Monjaspata	78.37		59.26		E	
	Belen 1	78.37		111.98		F	
	Belen 2	78.37		104.75		F	
	Pte. Grau	78.37		198.78		F	
	Avenida Grau	78.37		240.93		F	

continua...



Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Pasaje Grohening	Hospital	36.23	35.45	36.98	112.64	C	F
	Santa Clara	36.23		26.63		C	
	General Buendía	36.23		77.68		D	
	Calle Nueva	35.06		104.46		E	
	Monjaspata	35.06		59.89		D	
	Belen 1	35.06		155.32		F	
	Belen 2	35.06		90.84		F	
	Pte. Grau	35.06		244.2		F	
	Avenida Grau	35.06		217.79		F	
Calle Nueva	Hospital	37.4	37.4	73.44	85.61	E	F
	Santa Clara	37.4		33.02		E	
	General Buendía	37.4		26.95		E	
	Monjaspata	37.4		44.63		C	
	Belen 1	37.4		87.25		E	
	Belen 2	37.4		66.41		E	
	Pte. Grau	37.4		137.17		F	
	Avenida Grau	37.4		215.97		F	
Calle Monjaspata	Hospital	63.08	55.135	56.98	80.93	E	F
	Santa Clara	63.08		75.76		E	
	General Buendía	63.08		24.85		D	
	Calle Nueva	63.08		27.97		C	
	Belen 1	47.19		77.08		D	
	Belen 2	47.19		56.11		D	
	Pte. Grau	47.19		138.77		F	
	Avenida Grau	47.19		189.94		F	
Calle Belen Este	Hospital	89.47	89.47	94.78	99.82	F	F
	Santa Clara	89.47		103.07		F	
	General Buendía	89.47		67.05		F	
	Calle Nueva	89.47		45.42		D	
	Monjaspata	89.47		75.82		D	
	Belen 2	89.47		36.37		D	
	Pte. Grau	89.47		194.43		F	
	Avenida Grau	89.47		181.58		F	
Calle Belen Oeste	Hospital	86.84	86.84	111.57	109.59	F	F
	Santa Clara	86.84		109.11		F	
	General Buendía	86.84		66.14		F	
	Calle Nueva	86.84		83.28		F	
	Monjaspata	86.84		70.4		E	
	Belen 1	86.84		52.49		E	
	Pte. Grau	86.84		192.23		F	

continua...




Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Av. Grau	Hospital	66.3	66.3	122.85	81.19	F	F
	Santa Clara	66.3		75.83		D	
	General Buendía	66.3		152.8		E	
	Calle Nueva	66.3		96.35		D	
	Monjaspata	66.3		43.33		D	
	Belen 1	66.3		59.46		D	
	Belen 2	66.3		50.79		D	
	Pte. Grau	66.3		48.1		D	
Puente Grau	Hospital	63.71	63.71	130.68	104.06	F	F
	Santa Clara	63.71		130.25		F	
	General Buendía	63.71		161.77		E	
	Calle Nueva	63.71		91.14		E	
	Monjaspata	63.71		79.15		F	
	Belen 1	63.71		92.87		F	
	Belen 2	63.71		82.42		D	
	Avenida Grau	63.71		64.23		E	
Av. Regional	Hospital	43.53	43.53	100.81	70.18	F	E
	Santa Clara	43.53		104.03		F	
	General Buendía	43.53		119.3		E	
	Calle Nueva	43.53		69.2		E	
	Monjaspata	43.53		50.54		E	
	Belen 1	43.53		63.09		E	
	Belen 2	43.53		45.06		D	
	Pte. Grau	43.53		47.57		D	

Fuente: Propia

“LOS” vehicular por Análisis por Intersecciones

A continuación se muestra los resultados de la simulación del desempeño del estado actual de las intersecciones por si solas.

Tabla 45: Nivel de Servicio Vehicular - Optimización Semafórica por Intersecciones

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR - OPTIMIZACIÓN SEMAFÓRICA									
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45					Año de Análisis	2018		
Intersección	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio	
Calle Hospital - Calle Santa Clara - Cascaparo	Cascaparo	Hospital	30.54	19.63	3.07	6.24	A	A	
		Santa Clara	11.07		1.44		A		
	Hospital	Cascaparo	10.25		2.16		A		
		Santa Clara	8.95		1.68		A		
	Santa Clara	Hospital	29.22		6.21		6.21		A
		Cascaparo	31.66		2.85		A		
	Unión	Hospital	17.12		21.21		21.21		C
		Cascaparo	18.23		11.31		11.31		B
	Calle General Buendía - Cascaparo	Cascaparo Bajada	General Buendía		56.71		77.61		21.83
Cascaparo			56.71	24.24	C				
Cascaparo Subida		General Buendía	97.74	27.74	27.74	C			
		Cascaparo	97.74	33.86	33.86	C			
General Buendía		Cascaparo Subida	78.37	27.55	27.55	C			
		Cascaparo Bajada	78.37	28.74	28.74	C			
Cascaparo - Calle Nueva Monjaspata Tres Cruces de Oro	Cascaparo	Calle Nueva	115.54	65.54	110.49	44.23	F	D	
		Monjaspata	115.54		47.25		D		
		Tres Cruces de Oro	117.21		91.25		F		
	Calle Nueva	Cascaparo	37.4		31.89		31.89		D
		Monjaspata	37.4		44.63		44.63		D
		Tres Cruces de Oro	37.4		45.4		45.4		D
	Monjaspata	Cascaparo	63.08		42.66		42.66		D
		Calle Nueva	63.08		27.97		27.97		D
		Tres Cruces de Oro	47.19		18.84		18.84		B
	Tres Cruces de Oro	Cascaparo	51.86		22.71		22.71		C
		Calle Nueva	50.38		23.29		23.29		C
		Monjaspata	50.38		24.32		24.32		C

continua...



Interseccion	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio				
Calle Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Bajada	Tres Cruces de Oro	172.62	99.98	49.39	41.15	D	D				
		Belen Oeste	172.62		33.94		C					
		Belen Este	172.62		26.34		C					
	Tres Cruces de Oro Subida	Tres Cruces de Oro	50.99		16.4		B					
		Belen Oeste	50.99		11.57		B					
		Belen Este	50.99		14.71		B					
	Belen Oeste	Tres Cruces de Oro S	86.84		53.62		D					
		Tres Cruces de Oro B	86.84		82.96		F					
		Belen	86.84		52.29		D					
	Belen Este	Tres Cruces de Oro S	89.47		52.93		D					
		Tres Cruces de Oro B	89.47		63.55		E					
		Belen	89.47		36.13		D					
	Av. Grau - Puente Grau - Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	Puente Grau		238.6		96.42		149.61	72.79	F	E
			Avenida Grau		238.6				152.5		F	
		Puente Grau	Tres Cruces de Oro		63.71				73.93		E	
Avenida Grau			63.71	64.24	E							
Av. Grau		Tres Cruces de Oro	66.3	56.24	E							
		Puente Grau	66.3	48.1	D							
Regional		Tres Cruces de Oro	43.53	30.88	C							
		Puente Grau	43.53	47.57	D							
		Avenida Grau	43.53	32	C							

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones semaforizadas

A continuación se muestra los resultados del Nivel de Servicio peatonal del análisis mediante la metodología del HCM 2010 para intersecciones semaforizadas.

Tabla 46: Nivel de Servicio Peatonal - Optimización Semafórica de Intersecciones Semafóricas

NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS								
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45			Año de Análisis			2018	
Intersección	Cruce	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score
Cascaparo - General Buendía	Cascaparo N	1.305	F	31.67	C	11.85	2.69	B
	Cascaaparo S	3.201	F	64.33	A	11.85	2.658	B
	General Buendía	0.83	F	30.95	C	9.25	1.978	A
Cascaparo - Monjaspata - Calle Nueva - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	1.396	F	31.10	C	3.26	2.443	B
	Monjaspata	790.63	A	37.15	C	4.84	2.326	B
	Calle Nueva	1.71	F	23.02	D	4.84	1.856	A
	Tres Cruces de Oro	791.86	A	42.28	B	6.72	2.884	C
Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Norte	31.51	C	51.27	B	13.02	2.532	B
	Tres Cruces de Oro Sur	13.03	E	39.38	C	13.02	2.814	C
	Belen Oeste	9.32	E	27.96	C	7.66	2.175	B
	Belen Este	23.88	D	54.50	B	7.66	2.202	B
Av. Grau - Puente Grau - Av. Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	23.902	D	44.89	B	13.2	2.728	B
	Av. Grau	23.229	D	85.72	A	7.77	3.412	C
	Puente Grau	1.21	F	390.87	A	7.77	4.203	D
	Av. Regional	22.405	D	43.21	B	13.207	2.591	B

Fuente: Propia


“LOS” peatonal intersecciones no semaforizadas y veredas del eje

La optimización semaforica no alteró esta sección del desempeño de los peatones en el eje vial, los datos siguen siendo los mismo que en la situación actual.

“LOS” vehicular por Análisis del eje Entero

A continuación se muestra los resultados de la simulación del estado actual del eje estudiado en cuanto a nivel de Servicio.

Tabla 47: Nivel de Servicio Vehicular – Reordenamiento de la Circulación del Eje entero

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR - REORDENAMIENTO DE LA CIRCULACIÓN							
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL					
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45			Año de Análisis		2018	
Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Calle Hospital	Santa Clara	23.52	23.52	7.47	7.47	A	A
Calle Unión	Santa Clara	3.64	3.64	2.06	2.06	A	A
Calle General Buendía	Hospital	62.14	62.14	22.43	22.58	C	C
	Santa Clara	62.14		22.72		C	
Pasaje Grohening	Hospital	15.64	15.64	23.04	26.01	C	C
	Santa Clara	15.64		24.01		C	
	General Buendía	15.64		30.98		C	
Calle Nueva	Hospital	75.21	75.21	37.86	35.66	D	D
	Santa Clara	75.21		40.64		D	
	General Buendía	75.21		31.36		C	
	Monjaspata	75.21		32.77		C	
Calle Monjaspata	Hospital	65.12	65.12	83.52	91.26	F	F
	Santa Clara	65.12		95.87		F	
	General Buendía	65.12		103.22		F	
	Calle Nueva	65.12		82.43		F	

continua...




Calle Belen Este	Hospital	86.33	86.33	82.13	66.32	F	E
	Santa Clara	86.33		83.79		F	
	General Buendía	86.33		74.86		E	
	Calle Nueva	86.33		64.07		E	
	Monjaspata	86.33		61.24		E	
	Belen 2	86.33		31.85		C	
Calle Belen Oeste	Hospital	120.48	120.48	82.81	65.23	F	E
	Santa Clara	120.48		85.59		F	
	General Buendía	120.48		78.77		E	
	Calle Nueva	120.48		58.29		E	
	Monjaspata	120.48		59.12		E	
	Belen 1	120.48		26.82		C	
Av. Grau	Hospital	185.29	185.29	102.15	70.04	F	E
	Santa Clara	185.29		99.41		F	
	General Buendía	185.29		85.21		F	
	Calle Nueva	185.29		82.33		F	
	Monjaspata	185.29		79.58		E	
	Belen 1	185.29		41.6		D	
	Belen 2	185.29		40.13		D	
	Puente Grau	185.29		29.94		C	
Puente Grau	Hospital	59.38	59.38	108.22	74.56	F	E
	Santa Clara	59.38		98.86		F	
	General Buendía	59.38		94.37		F	
	Calle Nueva	59.38		89.63		F	
	Monjaspata	59.38		86.91		F	
	Belen 1	59.38		41.69		D	
	Belen 2	59.38		37.25		D	
	Puente Grau	59.38		39.51		D	
Av. Regional	Hospital	54.67	54.67	93.14	59.59	F	E
	Santa Clara	54.67		90.39		F	
	General Buendía	54.67		88.98		F	
	Calle Nueva	54.67		60.55		E	
	Monjaspata	54.67		63.94		E	
	Belen 1	54.67		44.13		D	
	Belen 2	54.67		43.75		D	
	Puente Grau	54.67		26.78		C	
	Av. Grau	54.67		24.65		C	

Fuente: Propia

“LOS” vehicular por Análisis por Intersecciones


A continuación se muestra los resultados de la simulación del desempeño del estado actual de las intersecciones aisladamente.

Tabla 48: Nivel de Servicio Vehicular – Reordenamiento de la Circulación por Intersecciones

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR - REORDENAMIENTO DE LA CIRCULACIÓN								
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45				Año de Análisis		2018	
Interseccion	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Calle Hospital - Calle Santa Clara - Cascaparo	Cascaparo	Hospital	35.53	24.59	2.03	3.13	A	A
		Santa Teresa	35.67		0.97		A	
	Hospital - Cascaparo	Santa Teresa	23.52		7.48		A	
		Unión	Santa Teresa		3.64		2.05	
Calle General Buendía - Cascaparo	Cascaparo	General Buendía	62.14	62.14	24.6	24.08	C	C
		Cascaparo	62.14		25.76		C	
	General Buendía	Cascaparo	62.14		21.87		C	
Cascaparo - Calle Nueva - Monjaspat - Tres Cruces de Oro	Calle Nueva	Cascaparo	75.21	71.91	25.01	27.61	C	C
		Monjaspata	75.21		30.85		C	
	Monjaspat - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	65.12		34.73		C	
		Calle Nueva	65.12		32.41		C	
	Tres Cruces de Oro	Cascaparo	74.23		20.8		C	
		Calle Nueva	74.23		23.87		C	
Monjaspata	Calle Nueva	74.23	25.63	C				
	Monjaspata	74.23	25.63	C				
Calle Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	70.18	89.17	12.84	25.08	B	C
		Belen Oeste	70.18		12.41		B	
		Belen Este	70.18		11.97		B	
	Belen Oeste	Tres Cruces de Oro	120.48		25.89		C	
		Belen	120.48		27.4		C	
	Belen Este	Tres Cruces de Oro	86.33		42.09		D	
Belen		86.33	42.97	D				
Av. Grau - Puente Grau - Regional - Tres Cruces de Oro	Puente Grau	Tres Cruces de Oro	59.38	93.34	65.93	43.97	E	D
		Avenida Grau	59.38		63.92		E	
	Av. Grau	Tres Cruces de Oro	185.29		48.74		D	
		Puente Grau	185.29		53.14		D	
	Regional	Tres Cruces de Oro	54.67		24.79		C	
		Puente Grau	54.67		26.78		C	
Avenida Grau		54.67	24.5	C				

Fuente: Propia

Tabla 49: Nivel de Servicio Vehicular de la Intersección de las Calles Concebidayoq - Calle Nueva - Teqte y Cruz Verde - Reordenamiento de la Criculación por Intersecciones

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR - REORDENAMIENTO DE LA CIRCULACIÓN									
Tesis:			EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45					Año de Análisis		2018	
Interseccion	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio	
Calle Condebidayoq - Cruz Verde - Teqte - Calle Nueva	Cruz Verde	Teqte	92.72	98.06	38.77	26.72	D	C	
		Calle Nueva	92.72		38.03		D		
	Concebidayoq	Teqte	99.76		21.29		C		
		Cruz Verde	99.76		19.36		B		
		Calle Nueva	99.76		17.54		B		
		Cruz Verde	100.86		21.21		C		
	Calle Nueva	Teqte	100.86		30.82		C		

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones semaforizadas

A continuación se muestra los resultados del Nivel de Servicio peatonal del análisis mediante la metodología del HCM 2010 para intersecciones semaforizadas.

Tabla 50: Nivel de Servicio Peatonal – Reordenamiento de la Circulación de Intersecciones Semaforizadas

NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS								
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45			Año de Análisis			2018	
Intersección	Cruce	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score
Cascaparo - General Buendía	Cascaparo N	3.955	F	25.24	C	13.09	2.694	B
	Cascaaparo S	5.386	F	53.70	B	13.091	2.662	B
	General Buendía	0.88	F	30.22	C	10.506	1.983	A
Cascaparo - Monjaspata - Calle Nueva - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	20.441	D	29.32	C	4.3	2.45	B
	Monjaspata	4789.536	A	35.25	C	5.98	2.33	B
	Calle Nueva	3.15	F	21.69	D	5.98	1.86	A
	Tres Cruces de Oro	4788.005	A	40.74	B	7.93	2.89	C
Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Norte	17.732	D	52.39	B	14.22	2.536	B
	Tres Cruces de Oro Sur	4.636	F	40.13	B	14.22	2.817	C
	Belen Oeste	16.883	D	27.08	C	8.91	2.181	B
	Belen Este	69.031	A	53.25	B	8.91	2.208	B
Av. Grau - Puente Grau - Av. Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	36.452	C	45.99	B	14.4	2.732	B
	Av. Grau	41.574	B	84.57	A	9.025	3.418	C
	Puente Grau	1.607	F	387.39	A	9.025	4.209	D
	Av. Regional	21.966	D	44.27	B	14.4	2.594	B

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones no semaforizadas y veredas del eje

A continuación se muestra los resultados del Nivel de Servicio peatonal del análisis mediante la metodología del HCM 2010 para intersecciones no semaforizadas y veredas del eje.

Tabla 51: Nivel de Servicio Peatonal - Reordenamiento de la Circulación de Intersecciones no semaforizadas y veredas del eje

Nivel de Servicio Peatonal de Intersecciones no semaforizadas				
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45	Año de Análisis	2018	
Tipo de Infraestructura	Código de Ubicación	Razón de Flujo Peatonal por Unidad de Ancho $V_p(p/ft/min)$	Espacio por peatón $A_p(ft^2/p)$	LOS
Intersección no Semaforizada	P1	0.71	336.32	B
	P2	1.67	143.73	B
	P3	0.82	293.22	B
Veredas del Eje	P4	0.66	364.67	A
	P5	1.27	188.93	A
	P12	2.3	104.2	A
	P13	1.68	142.83	A
Intersección no Semaforizada	P9	1.97	121.56	B
	P10	1.82	132.13	B
	P11	0.42	547.18	A
Veredas del Eje	P18	4.5	53.29	B
	P19	4.01	59.82	B
Intersección no Semaforizada	P20	3	79.93	C
	P21	2.15	111.58	B
	P22	5.5	43.65	C
	P23	2.68	89.68	C

continua...

Veredas del Eje	P24	5.05	47.56	B
	P25	4.53	52.98	B
	P30	3.94	60.91	A
	P31	2.99	80.32	A
	P34	1.58	151.45	A
Intersección no Semaforizada	P32	0.37	656.2	A
	P33	0.97	247.89	B

Fuente: Propia

3.6.5.4. Alternativa 3 – Calmado del Tráfico

Como tercera alternativa se propone usar técnicas de calmado del tráfico, específicamente, el uso de chicanas; reducir el eje a dos carriles, uno de subida y otro de bajada e incrementar las dimensiones de las veredas.

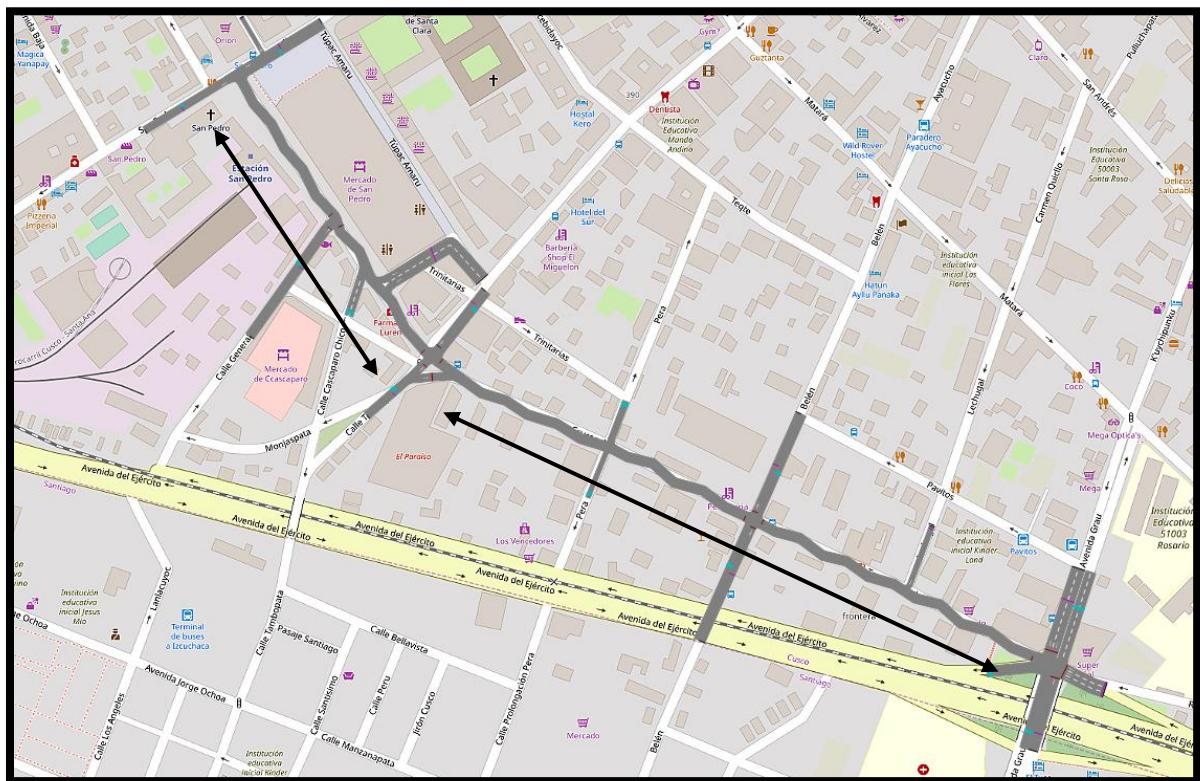



Figura 63: Calmado del Tráfico

Fuente: Adaptación Propia

“LOS” vehicular por Análisis del eje Entero

A continuación se muestra los resultados de la simulación del estado actual del eje estudiado en cuanto a nivel de Servicio.

Tabla 52: Nivel de Servicio Vehicular - Calmado del Tráfico por Eje entero

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR - ACALMAMIENTO DEL TRÁFICO							
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL					
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45			Año de Análisis		2018	
Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio
Calle Hospital	Santa Clara	3.14	42.76	0.29	106.87	A	F
	General Buendía	48.42		17.56		B	
	Calle Nueva	48.42		78.74		E	
	Monjaspata	48.42		125.06		F	
	Belen 1	48.42		173.3		F	
	Belen 2	48.42		159.12		F	
	Pte. Grau	48.42		161.07		F	
	Avenida Grau	48.42		139.81		F	
Calle Santa Clara	Hospital	3.16	42.76	0.49	97.50	A	F
	General Buendía	48.42		15.4		B	
	Calle Nueva	48.42		60.71		E	
	Monjaspata	48.42		97.72		F	
	Belen 1	48.42		171.65		F	
	Belen 2	48.42		149.54		F	
	Pte. Grau	48.42		151.62		F	
	Avenida Grau	48.42		132.88		F	
Calle Unión	Hospital	7.14	43.26	3.18	102.40	A	F
	General Buendía	48.42		24.22		C	
	Calle Nueva	48.42		79.52		E	
	Monjaspata	48.42		103.06		F	
	Belen 1	48.42		171		F	
	Belen 2	48.42		150.21		F	
	Pte. Grau	48.42		153.28		F	
	Avenida Grau	48.42		134.69		F	
Calle General Buendía	Hospital	67.01	67.01	25.17	105.27	C	F
	Santa Clara	67.01		25.99		C	
	Calle Nueva	67.01		133.4		F	
	Monjaspata	67.01		110.35		F	
	Belen 1	67.01		111.49		F	
	Belen 2	67.01		151.43		F	
	Pte. Grau	67.01		133.41		F	
	Avenida Grau	67.01		150.95		F	

continua...



Pasaje Grohening	Hospital	58.7	57.900	28.46	80.01	C	F
	Santa Clara	58.7		23.81		C	
	General Buendía	58.7		20.14		C	
	Calle Nueva	57.5		72.57		E	
	Monjaspata	57.5		112.3		F	
	Belen 1	57.5		85.1		F	
	Belen 2	57.5		159.52		F	
	Pte. Grau	57.5		94.45		F	
	Avenida Grau	57.5		123.75		F	
Calle Nueva	Hospital	31.61	31.61	98.98	73.78	F	F
	Santa Clara	31.61		67.53		E	
	General Buendía	31.61		58.21		E	
	Monjaspata	31.61		30.87		C	
	Belen 1	31.61		79.24		E	
	Belen 2	31.61		66.15		E	
	Pte. Grau	31.61		91.9		F	
	Avenida Grau	31.61		97.34		F	
Calle Monjaspata	Hospital	62.07	53.525	58.24	62.26	E	E
	Santa Clara	62.07		49.88		E	
	General Buendía	62.07		40.04		D	
	Calle Nueva	62.07		27.73		C	
	Belen 1	44.98		81.33		F	
	Belen 2	44.98		66.18		E	
	Pte. Grau	44.98		87.77		F	
	Avenida Grau	44.98		86.87		F	
Calle Belen Este	Hospital	89.48	89.48	118.17	83.78	F	F
	Santa Clara	89.48		128.88		F	
	General Buendía	89.48		75.07		E	
	Calle Nueva	89.48		98.61		F	
	Monjaspata	89.48		91.07		F	
	Belen 2	89.48		36.16		D	
	Pte. Grau	89.48		64.55		E	
	Avenida Grau	89.48		57.7		E	
Calle Belen Oeste	Hospital	86.82	86.82	134.78	94.85	F	F
	Santa Clara	86.82		123.71		F	
	General Buendía	86.82		89.58		F	
	Calle Nueva	86.82		101.94		F	
	Monjaspata	86.82		114.34		F	
	Belen 1	86.82		37.63		D	
	Pte. Grau	86.82		79.93		E	
	Avenida Grau	86.82		76.86		E	

continua...




Av. Grau	Hospital	62.06	62.06	121.95	83.11	F	F
	Santa Clara	62.06		125.14		F	
	General Buendía	62.06		132.54		F	
	Calle Nueva	62.06		87.49		F	
	Monjaspata	62.06		82.3		F	
	Belen 1	62.06		44.85		D	
	Belen 2	62.06		39.52		D	
	Pte. Grau	62.06		31.11		C	
Puente Grau	Hospital	62.96	62.96	166.16	104.12	F	F
	Santa Clara	62.96		144.36		F	
	General Buendía	62.96		134.58		F	
	Calle Nueva	62.96		123.44		F	
	Monjaspata	62.96		104.3		F	
	Belen 1	62.96		68.68		E	
	Belen 2	62.96		55.95		E	
	Avenida Grau	62.96		35.45		D	
Av. Regional	Hospital	44.09	44.09	138.54	92.60	F	F
	Santa Clara	44.09		120.56		F	
	General Buendía	44.09		129.32		F	
	Calle Nueva	44.09		94.26		F	
	Monjaspata	44.09		116.62		F	
	Belen 1	44.09		97.46		F	
	Belen 2	44.09		76.06		E	
	Pte. Grau	44.09		32.3		C	
Avenida Grau	44.09	28.31	C				

Fuente: Propia

“LOS” vehicular por Análisis por Intersecciones

A continuación se muestra los resultados de la simulación del desempeño del estado actual de las intersecciones por si solas.

Tabla 53: Nivel de Servicio Vehicular - Calmado de Tráfico por Intersecciones

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR - ACALMAMIENTO DEL TRÁFICO									
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes								
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45					Año de Análisis	2018		
Intersección	Ubicación	Movimiento	Longitud de Cola (m)	Longitud de Cola Promedio (m)	Demora (s/veh)	Demora Promedio (s/veh)	Nivel de Servicio (LOS)	LOS Promedio	
Calle Hospital - Calle Santa Clara - Cascaparo	Cascaparo	Hospital	34.21	25.87	4.78	4.78	A	A	
		Santa Clara	14.05		4.59		A		
	Hospital	Cascaparo	48.42		4.27		A		
		Santa Clara	3.14		4.38		A		
	Santa Teresa	Hospital	3.16		4.38		A		
		Cascaparo	48.42		4.47		A		
	Unión	Hospital	7.14		6.1		A		
		Cascaparo	48.42		5.28		A		
Calle General Buendía - Cascaparo	Cascaparo Bajada	General Buendía	49.89	76.83	14.96	26.38	B	C	
		Cascaparo	49.89		23.82		C		
	Cascaparo Subida	General Buendía	113.59		35.09		D		
		Cascaparo	113.59		24.25		C		
	General Buendía	Cascaparo Subida	67.01		28.36		C		
		Cascaparo Bajada	67.01		31.82		C		
Cascaparo - Calle Nueva Monjaspata - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	Calle Nueva	127.7	72.53	78.34	46.43	E	D	
		Monjaspata	127.7		87.25		F		
		Tres Cruces de Oro	127.7		84.82		F		
	Calle Nueva	Cascaparo	31.61		38.69		D		
		Monjaspata	31.61		27.99		C		
		Tres Cruces de Oro	31.61		35.63		D		
	Monjaspata	Cascaparo	62.07		36.88		D		
		Calle Nueva	62.07		26.7		C		
		Tres Cruces de Oro	44.98		16.92		B		
	Tres Cruces de Oro	Cascaparo	74.42		42.31		D		
		Calle Nueva	74.42		39.13		D		
		Monjaspata	74.42		42.5		D		
Calle Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Bajada	Tres Cruces de Oro	66.2	72.64	18	30.50	B	C	
		Belen Oeste	66.2		23.67		C		
		Belen Este	66.2		25.33		C		
	Tres Cruces de Oro Subida	Tres Cruces de Oro	48.04		14.56		B		
		Belen Oeste	48.04		16.7		B		
		Belen Este	48.04		11.21		B		
	Belen Oeste	Tres Cruces de Oro Subida	89.48		38.87		D		
		Tres Cruces de Oro Bajada	89.48		40.19		D		
		Belen	89.48		36.9		D		
	Belen Este	Tres Cruces de Oro Subida	86.82		63.42		E		
		Tres Cruces de Oro Bajada	86.82		40.19		D		
		Belen	86.82		36.9		D		

continua...


Av. Grau - Puente Grau - Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de	Puente Grau	141.84	74.00	30.85	45.45	C	D
		Avenida Grau	141.84		31.45		C	
	Puente Grau	Tres Cruces de Oro	62.96		60.83		E	
		Avenida Grau	62.96		58.6		E	
	Av. Grau	Tres Cruces de Oro	62.06		37.55		D	
		Puente Grau	62.06		35.35		D	
	Regional	Tres Cruces de Oro	44.09		50.4		D	
		Puente Grau	44.09		61.53		E	
		Avenida Grau	44.09		42.52		D	

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones semaforizadas

A continuación se muestra los resultados del Nivel de Servicio peatonal del análisis mediante la metodología del HCM 2010 para intersecciones semaforizadas.

Tabla 54: Nivel de Servicio Peatonal - Calmado del Tráfico por Intersecciones Semaforizadas

NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS								
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45			Año de Análisis			2018	
Intersección	Cruce	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score
Cascaparo - General Buendía	Cascaparo N	4.968	F	27.34	C	13.091	2.694	B
	Cascaaparo S	6.236	F	53.13	B	13.091	2.662	B
	General Buendía	1.73	F	29.06	C	10.506	1.983	A
Cascaparo - Monjaspata - Calle Nueva - Tres Cruces de Oro	Cascaparo	10.787	E	22.26	D	4.3	2.45	B
	Monjaspata	1659.418	A	43.06	B	5.98	2.33	B
	Calle Nueva	2.281	F	20.52	D	5.98	1.86	A
	Tres Cruces de Oro	1657.696	A	40.67	B	7.93	2.89	C

Continua...

Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Norte	19.546	D	47.48	B	14.22	2.536	B
	Tres Cruces de Oro Sur	22.164	D	36.58	C	14.22	2.817	C
	Belen Oeste	8.148	E	26.95	C	8.91	2.181	B
	Belen Este	29.827	C	52.07	B	8.91	2.208	B
Av. Grau - Puente Grau - Av. Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	42.325	B	41.55	B	14.4	2.732	B
	Av. Grau	41.574	B	84.55	A	9.025	3.418	C
	Puente Grau	1.607	F	387.38	A	9.025	4.209	D
	Av. Regional	21.966	D	44.29	B	14.4	2.594	B

Fuente: Propia

“LOS” peatonal intersecciones no semaforizadas y veredas del eje

La optimización semaforica no alteró esta sección del desempeño de los peatones en el eje vial, los datos siguen siendo los mismo que en la situación actual.

Tabla 55: Nivel de Servicio Peatonal - Calmado del Tráfico por Intersecciones no Semaforizadas y Veredas del Eje

Nivel de Servicio Peatonal de Intersecciones no semaforizadas				
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL			
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45	Año de Análisis	2018	
Tipo de Infraestructura	Código de Ubicación	Razón de Flujo Peatonal por Unidad de Ancho $V_p(p/ft/min)$	Espacio por peaton $A_p(ft^2/p)$	LOS
Intersección no Semaforizada	P1	0.71	336.32	B
	P2	1.6	149.77	B
	P3	0.82	293.22	B
Veredas del Eje	P4	0.57	418.07	A
	P5	1.45	165.72	A
	P12	2.03	118.12	A
	P13	1.74	137.89	A

continua...



Intersección no Semaforizada	P9	1.97	122.03	B
	P10	1.74	137.68	B
	P11	0.4	593.04	A
Veredas del Eje	P18	6.53	36.77	C
	P19	3.57	67.28	A
Intersección no Semaforizada	P20	2.99	80.26	C
	P21	1.94	123.54	B
	P22	6.01	39.94	D
	P23	2.55	94.22	B
Veredas del Eje	P24	6.69	35.88	C
	P25	5.25	45.75	B
	P30	3.24	74.15	A
	P31	3.5	68.51	A
	P34	1.56	153.78	A
Intersección no Semaforizada	P32	0.36	674.95	A
	P33	1.07	225.21	B

Fuente: Propia



CAPITULO IV:

RESULTADOS

Los resultados se presentan como información en forma de tablas y figuras que han resultado de análisis en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo, ambos, los vehiculares y peatonales, fueron analizados por eje y por intersecciones, dando resultados tanto en la situación actual como en los 3 escenarios con propuestas de mejoras.


4.1. Resultados Vehiculares

En la tablas 57 y 60, se aprecian el resumen de los datos obtenidos del nivel de servicio de la simulación en el software VISSIM tanto en su análisis por eje como en su análisis por intersecciones respectivamente, en la situación actual del eje, y las tres propuestas de mejora.

4.1.1. Análisis por Eje



Tabla 56: Resultados Vehiculares Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Eje

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR DEL EJE																		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL																
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes																	
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45						Año de Análisis						2018					
Ubicación	Movimiento	Actual				Optimización Semafórica				Reordenamiento de la Circulación				Acalmamiento del Tráfico				
		Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	
Calle Hospital	Santa Clara	3.00	A	127.02	F	1.67	A	98.90	F	7.47	A	7.47	A	0.29	A	106.87	F	
	General Buendía	9.71	A			12.55	A			17.56	B							
	Calle Nueva	116.3	F			118.26	F			78.74	E							
	Monjaspata	69.25	E			95.82	E			125.06	F							
	Belen 1	143.09	F			91.49	F			173.3	F							
	Belen 2	139	F			94.64	D			159.12	F							
	Pte. Grau	209.16	F			168.68	F			161.07	F							
	Avenida Grau	326.65	F			208.12	F			139.81	F							
Calle Santa Clara	Hospital	3.37	A	120.48	F	2.87	A	107.24	F					0.49	A	97.50	F	
	General Buendía	28.71	C			21.57	C							15.4	B			
	Calle Nueva	115.3	F			108.26	F							60.71	E			
	Monjaspata	55.22	E			85.64	E							97.72	F			
	Belen 1	144.75	F			84.99	D							171.65	F			
	Belen 2	140.23	F			87.47	D							149.54	F			
	Pte. Grau	192.24	F			163.68	F							151.62	F			
	Avenida Grau	284.01	F			303.47	F							132.88	F			
Calle Unión	Santa Teresa			129.87	F			117.23	F	2.06	A	2.06	A			102.40	F	
	Hospital	21.77	C			11.31	C			3.18	A							
	General Buendía	43.43	D			54.61	D			24.22	C							
	Calle Nueva	132.65	F			128.99	F			79.52	E							
	Monjaspata	31.46	C			80.87	C			103.06	F							
	Belen 1	155.75	F			92.39	E			171	F							
	Belen 2	141.23	F			95.51	D			150.21	F							
	Pte. Grau	210.2	F			168.71	F			153.28	F							
Avenida Grau	302.5	F	305.45	F	134.69	F												
Calle General Buendía	Hospital	26.07	C	126.60	F	30.62	C	113.05	F	22.43	C	22.58	C	25.17	C	105.27	F	
	Santa Clara	23.36	C			27.26	C			22.72	C	25.99	C					
	Calle Nueva	93.94	F			130.81	F			133.4	F							
	Monjaspata	71.42	E			59.26	E			110.35	F							
	Belen 1	146.23	F			111.98	F			111.49	F							
	Belen 2	180.9	F			104.75	F			151.43	F							
	Pte. Grau	238.21	F			198.78	F			133.41	F							
	Avenida Grau	232.63	F			240.93	F			150.95	F							

continua...



Pasaje Grohening	Hospital	30.9	C	109.39	F	36.98	C	112.64	F	23.04	C	26.01	C	28.46	C	80.01	F
	Santa Clara	29.22	C			26.63	C			24.01	C			23.81	C		
	General Buendía	51.35	D			77.68	D			30.98	C			20.14	C		
	Calle Nueva	73.75	E			104.46	E							72.57	E		
	Monjaspata	54.15	D			59.89	D							112.3	F		
	Belen 1	172.55	F			155.32	F							85.1	F		
	Belen 2	95.34	F			90.84	F							159.52	F		
	Pte. Grau	233.37	F			244.2	F							94.45	F		
	Avenida Grau	243.84	F			217.79	F							123.75	F		
Calle Nueva	Hospital	74.64	E	100.96	F	73.44	E	85.61	F	37.86	D	35.66	D	98.98	F	73.78	E
	Santa Clara	68.65	E			33.02	E			40.64	D			67.53	E		
	General Buendía	58.6	E			26.95	E			31.36	C			58.21	E		
	Monjaspata	31.71	C			44.63	C			32.77	C			30.87	C		
	Belen 1	73.59	E			87.25	E							79.24	E		
	Belen 2	65.32	E			66.41	E							66.15	E		
	Pte. Grau	231.62	F			137.17	F							91.9	F		
	Avenida Grau	203.52	F			215.97	F							97.34	F		
Calle Monjaspata	Hospital	56.98	E	74.40	E	56.98	E	80.93	F	83.52	F	91.26	F	58.24	E	62.26	E
	Santa Clara	55.31	E			75.76	E			95.87	F			49.88	E		
	General Buendía	43.23	D			24.85	D			103.22	F			40.04	D		
	Calle Nueva	30.64	C			27.97	C			82.43	F			27.73	C		
	Belen 1	53.59	D			77.08	D							81.33	F		
	Belen 2	45.32	D			56.11	D							66.18	E		
	Pte. Grau	129.05	F			138.77	F							87.77	F		
	Avenida Grau	181.08	F			189.94	F							86.87	F		
Calle Belen 1	Hospital	87.61	F	92.99	F	94.78	F	99.82	F	82.13	F	66.32	E	118.17	F	83.78	F
	Santa Clara	84.7	F			103.07	F			83.79	F			128.88	F		
	General Buendía	117.38	F			67.05	F			74.86	E			75.07	E		
	Calle Nueva	46.38	D			45.42	D			64.07	E			98.61	F		
	Monjaspata	52.11	D			75.82	D			61.24	E			91.07	F		
	Belen 2	41.95	D			36.37	D			31.85	C	36.16	D				
	Pte. Grau	170.77	F			194.43	F							64.55	E		
	Avenida Grau	143.05	F			181.58	F							57.7	E		
Calle Belen 2	Hospital	117.29	F	116.02	F	111.57	F	109.59	F	82.81	F	65.23	E	134.78	F	94.85	F
	Santa Clara	125.82	F			109.11	F			85.59	F			123.71	F		
	General Buendía	114.8	F			66.14	F			78.77	E			89.58	F		
	Calle Nueva	92.47	F			83.28	F			58.29	E			101.94	F		
	Monjaspata	77.77	E			70.4	E			59.12	E			114.34	F		
	Belen 1	64.99	E			52.49	E			26.82	C			37.63	D		
	Pte. Grau	147.25	F			192.23	F							79.93	E		
	Avenida Grau	187.76	F			191.5	F							76.86	E		

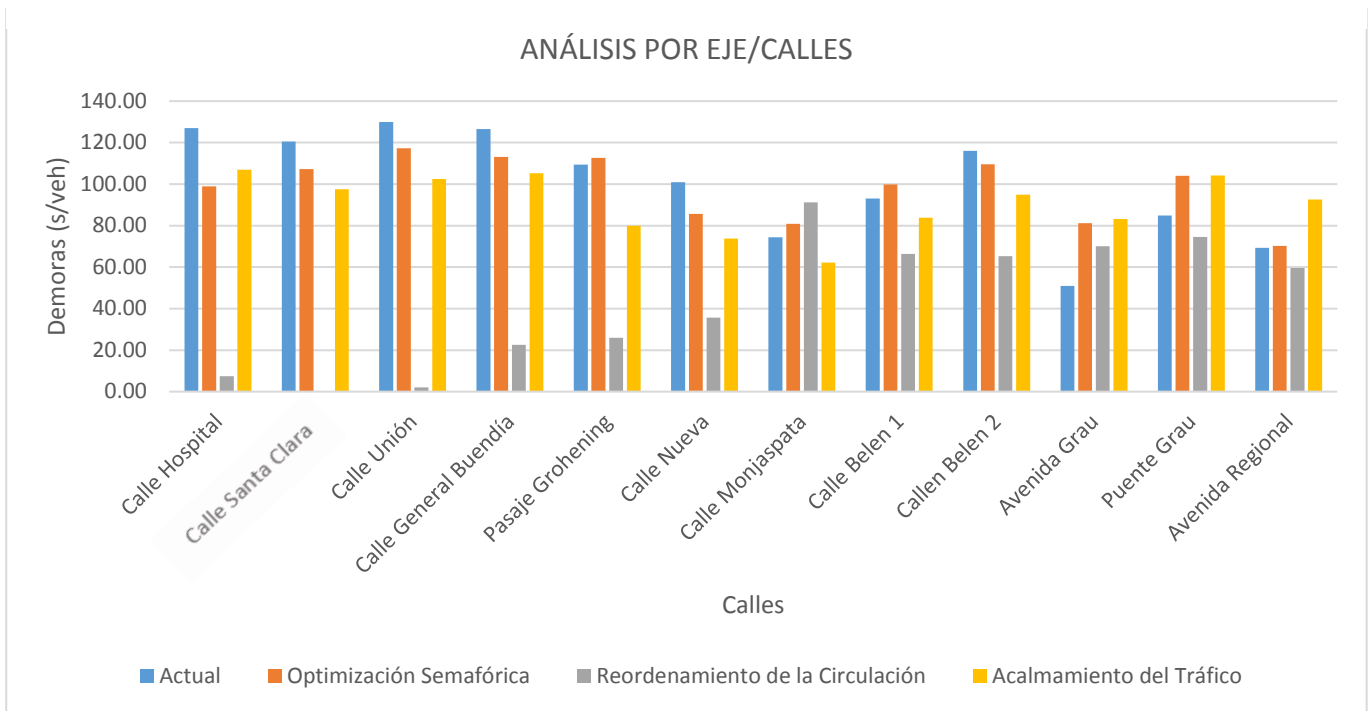
continua...



Av. Grau	Hospital	83.09	F	50.99	E	122.85	F	81.19	F	102.15	F	70.04	E	121.95	F	83.11	F
	Santa Clara	54.71	D			75.83	D			99.41	F			125.14	F		
	General Buendía	62.83	E			152.8	E			85.21	F			132.54	F		
	Calle Nueva	43.32	D			96.35	D			82.33	F			87.49	F		
	Monjaspata	39.73	D			43.33	D			79.58	E			82.3	F		
	Belen 1	46.26	D			59.46	D			41.6	D			44.85	D		
	Belen 2	37.89	D			50.79	D			40.13	D			39.52	D		
	Pte. Grau	40.11	D			48.1	D			29.94	C			31.11	C		
Puente Grau	Hospital	98.92	F	84.80	F	130.68	F	104.06	F	108.22	F	74.56	E	166.16	F	104.12	F
	Santa Clara	110.71	F			130.25	F			98.86	F			144.36	F		
	General Buendía	72.94	E			161.77	E			94.37	F			134.58	F		
	Calle Nueva	64.69	E			91.14	E			89.63	F			123.44	F		
	Monjaspata	94.26	F			79.15	F			86.91	F			104.3	F		
	Belen 1	116.35	F			92.87	F			41.69	D			68.68	E		
	Belen 2	53.57	D			82.42	D			37.25	D			55.95	E		
	Avenida Grau	66.98	E			64.23	E			39.51	D			35.45	D		
Av. Regional	Hospital	104.69	F	69.33	E	100.81	F	70.18	E	93.14	F	59.59	E	138.54	F	92.60	F
	Santa Clara	99.55	F			104.03	F			90.39	F			120.56	F		
	General Buendía	73.71	E			119.3	E			88.98	F			129.32	F		
	Calle Nueva	77.07	E			69.2	E			60.55	E			94.26	F		
	Monjaspata	68.77	E			50.54	E			63.94	E			116.62	F		
	Belen 1	64.11	E			63.09	E			44.13	D			97.46	F		
	Belen 2	51.29	D			45.06	D			43.75	D			76.06	E		
	Pte. Grau	48.56	D			47.57	D			26.78	C			32.3	C		
Avenida Grau	36.19	D	32	D	24.65	C	28.31	C									
Total				100.24	F			98.37	F			47.34	D			90.54	F

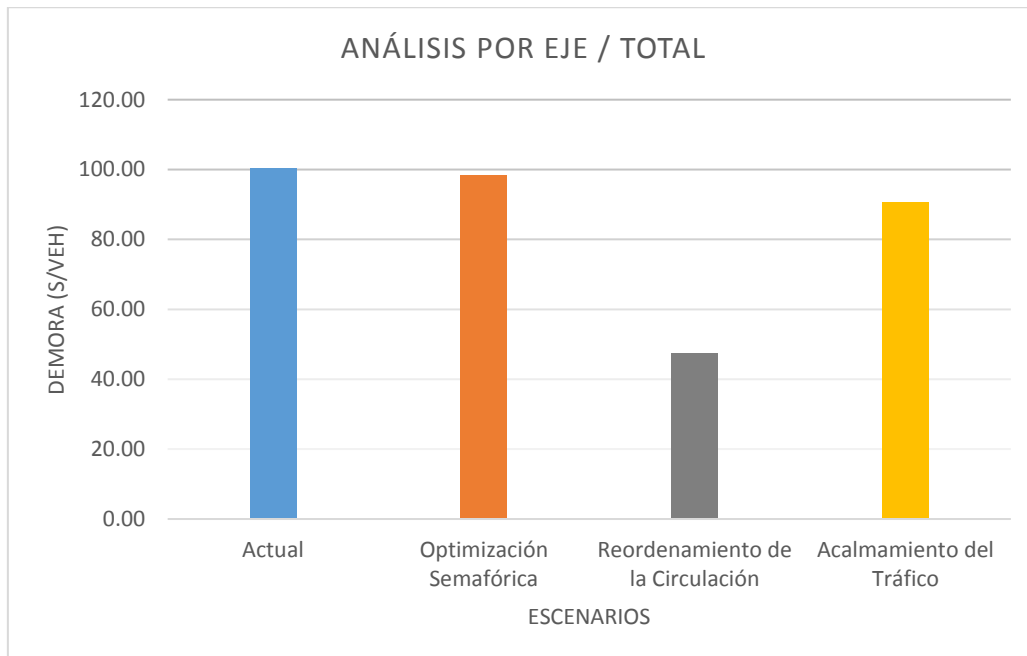
Fuente: Propia

Tabla 57: Comparación de Resultados Vehiculares por Análisis por Eje



Fuente: Propia

Tabla 58: Comparación de las Demoras Promedio del Análisis Vehicular por Eje



Fuente: Propia



Como se observa en las tablas 57, 58 y 59, los Niveles de Servicio en sus cifras de la A a F, como tales, no varían mucho tanto en la alternativa 1 como en la 3, debido al gran intervalo entre el rango de cada uno de dichos niveles, sin embargo, una mejora sustancial se observa directamente en las demoras vehiculares propiamente dichas, siendo porcentajes considerables. Estos se detallan a continuación:

La demora promedio de todo el eje en la situación actual es de 100.24 seg/veh; con la alternativa de solución primera, la demora promedio es de 98.37 seg/veh, representando una mejora del 1.86%. Con la segunda alternativa la demora promedio es de 47.34 seg/veh, siendo la mejora del 52.77%. Finalmente la tercera alternativa da como resultado una demora promedio de 90.54 seg/veh, la mejora en este caso es del 9.67%.



4.1.2. Análisis por Intersección

Tabla 59: Resultados Vehiculares Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Intersecciones

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR DE LAS INTERSECCIONES																									
Tesis:			EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL																						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes																								
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45						Año de Análisis						2018												
Intersección	Ubicación	Movimiento	Situación Actual				Optimización Semafórica				Reordenamiento de la Circulación				Acalmamiento del Tráfico										
			Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio	Demora (s/veh)	LOS	Demora Promedio	LOS Promedio							
Calle Hospital - Calle Santa Clara - Cascaparo	Cascaparo	Hospital	3.07	A	6.24	A	3.07	A	6.24	A	2.03	A	3.13	A	4.78	A	4.78	A							
		Santa Clara	1.44	A			1.44	A			0.97	A			4.59	A									
	Hospital	Cascaparo	2.16	A			2.16	A			7.48	A			4.27	A									
		Santa Clara	1.68	A			1.68	A							4.38	A									
	Santa Clara	Hospital	6.21	A			6.21	A			2.85	A			4.38	A									
		Cascaparo	2.85	A			2.85	A							4.47	A									
	Unión	Hospital	21.21	C			21.21	C			2.05	A			6.1	A									
		Santa Clara													5.28	A									
	Calle General Buendía - Cascaparo	Cascaparo	General Buendía	20.73			C	26.44			C	21.83			C	27.33			C	24.08	C	14.96	B	26.38	C
			Bajada	24.47			C					24.24			C							23.82	C		
Cascaparo		General Buendía	27.75	C	27.74	C	24.6		C	35.09		D													
		Subida	33.99	C	33.86	C	25.76		C	24.25		C													
General Buendía		Cascaparo	26.65	C	27.55	C	21.87		C	28.36		C													
		Subida			28.74	C				31.82		C													
Cascaparo - Calle Nueva - Monjaspata - Tres Cruces de Oro		Cascaparo	Calle Nueva	110.47	F	44.70	D		110.49	F		44.23	D	27.61	C		78.34	E				46.43	D		
			Monjaspata	46.64	D				47.25	D							87.25	F							
	Tres Cruces de Oro		90.8	F	91.25			F	84.82	F															
	Calle Nueva	Cascaparo	37.82	D	31.89			D	25.01	C	38.69					D									
		Monjaspata	44.63	D	44.63			D	30.85	C	27.99					C									
		Tres Cruces de Oro	45.38	D	45.4			D			35.63					D									
	Monjaspata	Cascaparo	43.18	D	42.66			D	34.73	C	36.88					D									
		Calle Nueva	27.97	D	27.97			D	32.41	C	26.7					C									
		Tres Cruces de Oro	18.6	B	18.84			B			16.92					B									
	Tres Cruces de Oro	Cascaparo	23.1	C	22.71			C	20.8	C	42.31					D									
		Calle Nueva	23.28	C	23.29			C	23.87	C	39.13					D									
		Monjaspata	24.51	C	24.32			C	25.63	C	42.5					D									

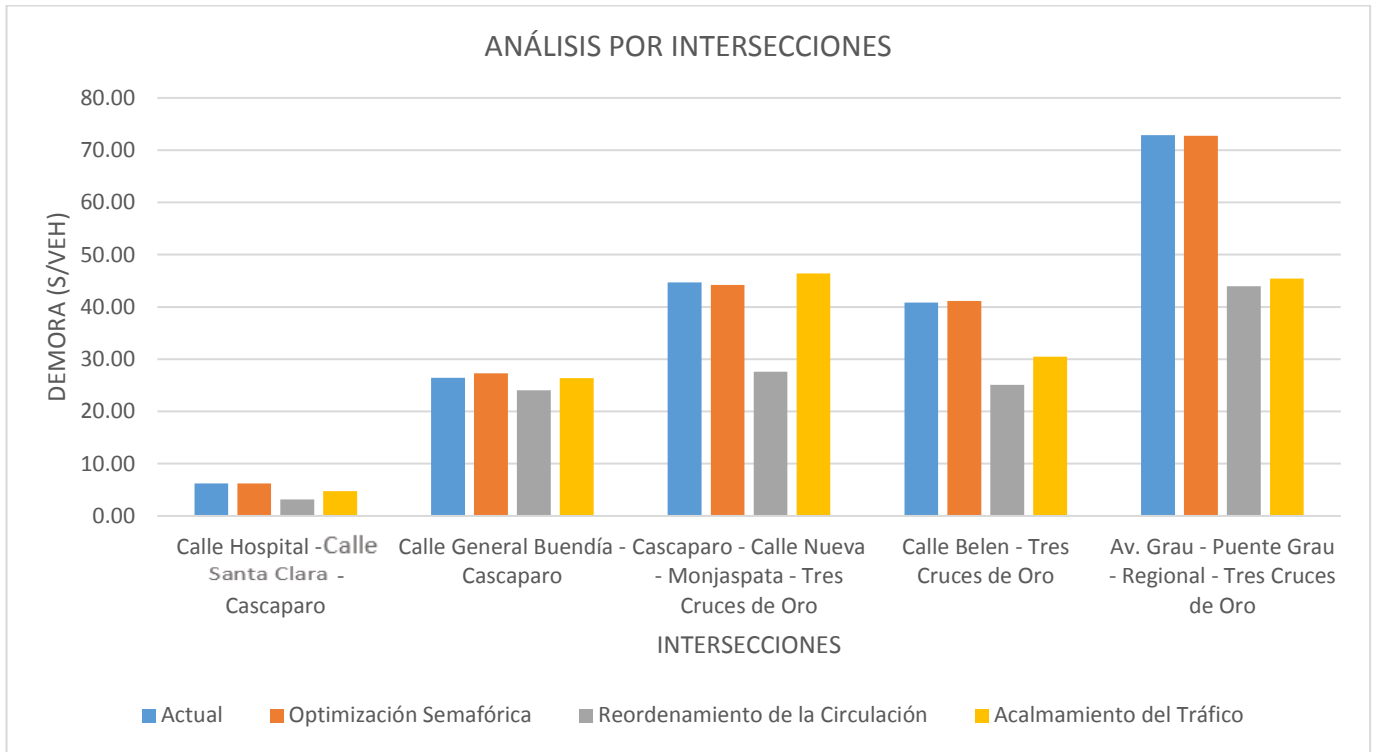
continua...



Calle Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro Bajada	Tres Cruces de Oro	46.52	D	40.82	D	49.39	D	41.15	D			25.08	C	18	B	30.50	C
		Belen Oeste	33.93	C			33.94	C							23.67	C		
		Belen Este	26.32	C			26.34	C							25.33	C		
	Tres Cruces de Oro Subida	Tres Cruces de Oro	16.4	B			16.4	B			12.84	B			14.56	B		
		Belen Oeste	11.56	B			11.57	B			12.41	B			16.7	B		
		Belen Este	14.71	B			14.71	B			11.97	B			11.21	B		
	Belen Oeste	Tres Cruces de Oro Subida	53.62	D			53.62	D			25.89	C			38.87	D		
		Tres Cruces de Oro Bajada	80.04	F			82.96	F							40.19	D		
		Belen	52.29	D			52.29	D			27.4	C			36.9	D		
	Belen Este	Tres Cruces de Oro Subida	52.92	D			52.93	D			42.09	D			63.42	E		
		Tres Cruces de Oro Bajada	65.34	E			63.55	E							40.19	D		
		Belen	36.13	D			36.13	D			42.97	D			36.9	D		
Av. Grau - Puente Grau - Regional - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	Puente Grau	149.76	F	72.87	E	149.61	F	72.79	E			43.97	D	30.85	C	45.45	D
		Avenida Grau	152.76	F			152.5	F							31.45	C		
	Puente Grau	Tres Cruces de Oro	74.36	E			73.93	E			65.93	E			60.83	E		
		Avenida Grau	64.24	E			64.24	E			63.92	E			58.6	E		
	Av. Grau	Tres Cruces de Oro	56.22	E			56.24	E			48.74	D			37.55	D		
		Puente Grau	48.1	D			48.1	D			53.14	D			35.35	D		
	Regional	Tres Cruces de Oro	30.86	C			30.88	C			24.79	C			50.4	D		
		Puente Grau	47.57	D			47.57	D			26.78	C			61.53	E		
		Avenida Grau	32	C			32	C			24.5	C			42.52	D		

Fuente: Propia

Tabla 60: Comparación de Resultados Vehiculares del Análisis por Intersecciones



Fuente: Propia

Al igual que en el anterior análisis y como se observa en las tablas 60 y 61, los Niveles de Servicio en sus cifras de la A a F, como tales, no varían mucho tanto en la alternativa 1 como en la 3, debido al gran intervalo entre el rango de cada uno de dichos niveles, sin embargo, una mejora sustancial se observa directamente en las demoras vehiculares propiamente dichas, siendo porcentajes considerables. Estos se detallan a continuación:

- Intersección de las Calles Hospital, Santa Teresa y Cascaparo.- La demora promedio en la intersección en la situación actual es de 6.24 seg/veh; con la primera alternativa la demora es la misma debido a que no la alteró, con la segunda alternativa la demora cambió a 3.13 seg/veh, representando una mejora del 49,83%. Con la tercera alternativa la demora varió a 4.78 seg/veh, siendo la mejora del 23.4%.
- Intersección de las Calles General Buendía y Cascaparo.- La demora promedio en la intersección en la situación actual es de 26.44 seg/veh; con la primera alternativa la demora es de 27.33 seg/veh, bajando su rendimiento en 3.25%. Con la segunda alternativa la demora cambió a 24.08 seg/veh, representando una mejora del 8.92%. Con la tercera alternativa la demora varió a 26.38 veh/seg, siendo la mejora del 0.22%.



- Intersección de las Calles Cascaparo, Calle Nueva, Monjaspata y Tres Cruces de Oro.- La demora promedio en la intersección en la situación actual es de 44.70 seg/veh; con la primera alternativa la demora es de 44.23 seg/veh, siendo la mejora del 1.05%. Con la segunda alternativa la demora cambió a 27.61 seg/veh, representando una mejora del 38.23%. Con la tercera alternativa la demora varió a 46.43 seg/veh, sufriendo una disminución del 3.87%.
- Intersección de las Calles Belen y Tres Cruces de Oro.- La demora promedio en la intersección en la situación actual es de 40.82 seg/veh; con la primera alternativa la demora es de 41.15 seg/veh, siendo la baja del 0.8%. Con la segunda alternativa la demora cambió a 25.08 seg/veh, representando una mejora del 38.56%. Con la tercera alternativa la demora varió a 30.50 seg/veh, siendo la mejora del 25.28%.
- Intersección de la Avenida Grau, Puente Grau, Calle Regional y Tres Cruces de Oro.- La demora promedio en la intersección en la situación actual es de 72.87 seg/veh; con la primera alternativa la demora es de 72.79 seg/veh, siendo la mejora del 0.1%. Con la segunda alternativa la demora cambió a 43.97 seg/veh, representando una mejora del 39.65%. Con la tercera alternativa la demora varió a 45.45 seg/veh, siendo la mejora del 37.62%.


4.2. Resultados Peatonales

En la tablas 62 y 64, se aprecian el resumen de los datos obtenidos del nivel de servicio peatonal según la metodología del HCM 2010 tanto en su análisis en las veredas del eje conjuntamente con las intersecciones no semaforizadas como en su análisis por las intersecciones semaforizadas respectivamente, en la situación actual del eje, y las tres propuestas de mejora.

4.2.1. Análisis de Veredas del eje e Intersecciones no Semaforizadas



Tabla 61: Resultados Peatonales Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Intersecciones no Semaforizadas y veredas del Eje

NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS Y VEREDAS DEL EJE										
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes									
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45							Año de Análisis	2018	
Tipo de Infraestructura	Código de Ubicación	Situación Actual			Reordenamiento de la Circulación			Acalmamiento del Tráfico		
		Razón de Flujo Peatonal por Unidad de Ancho Vp(p/ft/min)	Espacio por peaton Ap(ft2/p)	LOS	Razón de Flujo Peatonal por Unidad de Ancho Vp(p/ft/min)	Espacio por peaton Ap(ft2/p)	LOS	Razón de Flujo Peatonal por Unidad de Ancho Vp(p/ft/min)	Espacio por peaton Ap(ft2/p)	LOS
Intersección no Semaforizada	P1	0.71	336.32	B	0.71	336.32	B	0.71	336.32	B
	P2	0.66	365.53	B	1.67	143.73	B	1.6	149.77	B
	P3	0.82	293.22	B	0.82	293.22	B	0.82	293.22	B
Veredas del Eje	P4	1.43	167.81	A	0.66	364.67	A	0.57	418.07	A
	P5	3.21	74.73	A	1.27	188.93	A	1.45	165.72	A
	P12	14.43	16.63	D	2.3	104.2	A	2.03	118.12	A
	P13	3.49	68.68	A	1.68	142.83	A	1.74	137.89	A
Intersección no Semaforizada	P9	1.97	121.56	B	1.97	121.56	B	1.97	122.03	B
	P10	1.82	132.13	B	1.82	132.13	B	1.74	137.68	B
	P11	0.22	1076.17	A	0.42	547.18	A	0.4	593.04	A
Veredas del Eje	P18	6.53	36.77	D	4.5	53.29	B	6.53	36.77	C
	P19	6.84	35.06	D	4.01	59.82	B	3.57	67.28	A

continua...

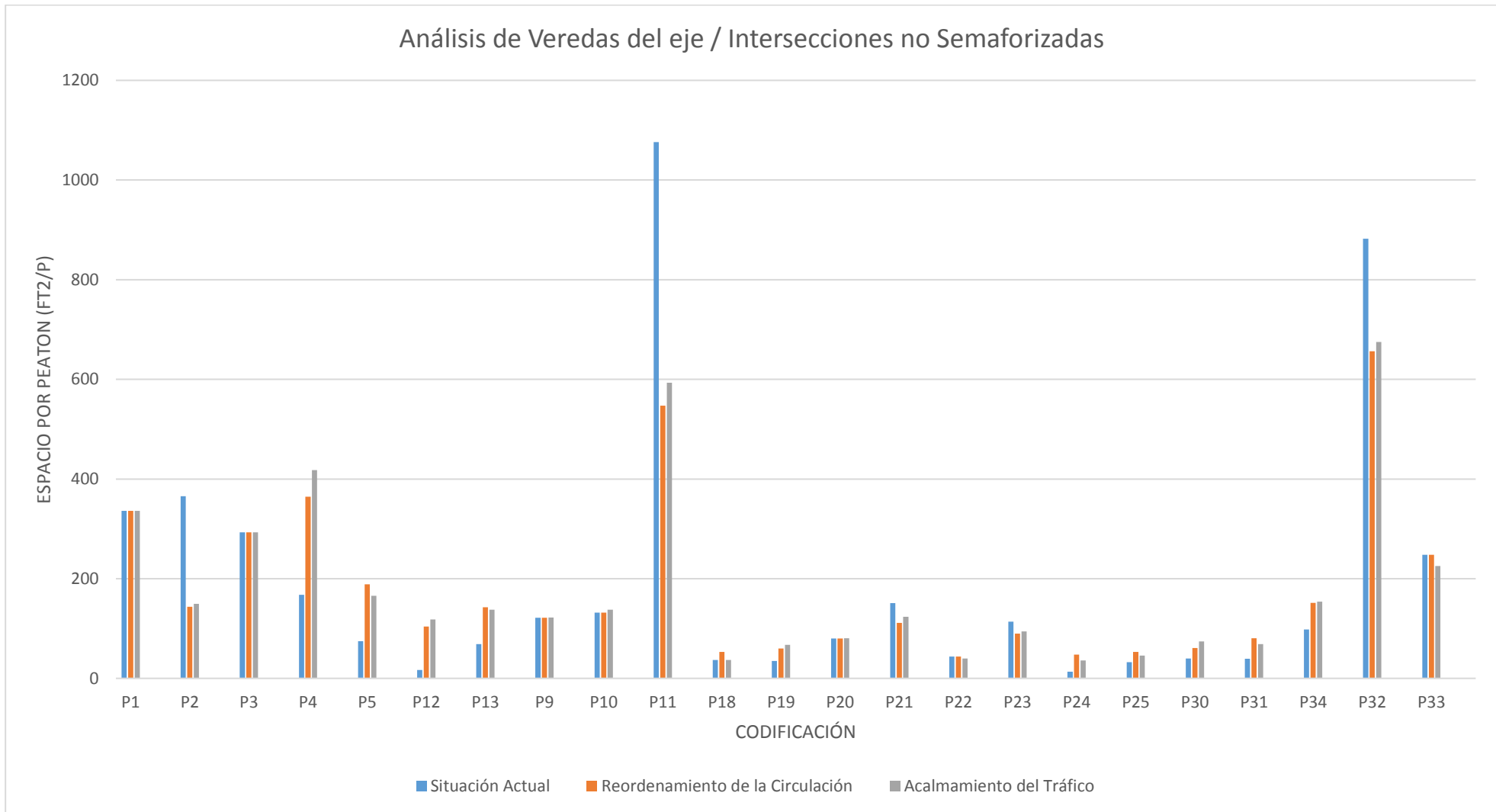


Intersección no Semaforizada	P20	3	79.93	B	3	79.93	C	2.99	80.26	C
	P21	1.59	151.11	B	2.15	111.58	B	1.94	123.54	B
	P22	5.5	43.65	C	5.5	43.65	C	6.01	39.94	D
	P23	2.11	113.91	B	2.68	89.68	C	2.55	94.22	B
Veredas del Eje	P24	18.18	13.2	E	5.05	47.56	B	6.69	35.88	C
	P25	7.37	32.57	C	4.53	52.98	B	5.25	45.75	B
	P30	6.04	39.73	B	3.94	60.91	A	3.24	74.15	A
	P31	6.1	39.37	B	2.99	80.32	A	3.5	68.51	A
	P34	2.44	98.24	A	1.58	151.45	A	1.56	153.78	A
Intersección no Semaforizada	P32	0.27	882.12	A	0.37	656.2	A	0.36	674.95	A
	P33	0.97	247.89	B	0.97	247.89	B	1.07	225.21	B

Fuente: Propia



Tabla 62: Comparación de Resultados Peatonales del Análisis por Intersecciones no Semaforizadas y Veredas del Eje




Fuente: Propia



4.2.2. Análisis de Intersecciones Semaforzadas

Tabla 63: Resultados Peatonales Comparativos de la Situación Actual y las Propuestas de Mejora del análisis por Intersecciones no Semaforzadas y veredas del Eje

NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS																													
Tesis:	 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL																												
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes											Año de Análisis									2018								
Hora de Análisis:	10:45 - 11:45																												
Intersección	Cruce	Situación Actual						Optimización Semafórica						Reordenamiento de la Circulación						Acalmamiento del Tráfico									
		Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score	Area de Circulación en la esquina para peatones(ft2/p)	LOS	Area de circulación del cruce para peatones (ft2/p)	LOS	Demora Peatonal (s/p)	LOS Peatonal para la Intersección	LOS Score
Cascaparo - General Buendía	Cascaparo N	2.063	F	31.58	C	13.091	2.694	B	1.305	F	31.67	C	11.85	2.69	B	3.955	F	25.24	C	13.09	2.694	B	4.968	F	27.34	C	13.091	2.694	B
	Cascaaparo S	2.629	F	64.57	A	13.091	2.662	B	3.201	F	64.33	A	11.85	2.658	B	5.386	F	53.70	B	13.091	2.662	B	6.236	F	53.13	B	13.091	2.662	B
	General Buendía	1.877	F	30.22	C	10.506	1.983	A	0.83	F	30.95	C	9.25	1.978	A	0.88	F	30.22	C	10.506	1.983	A	1.73	F	29.06	C	10.506	1.983	A
Cascaparo - Monjaspata Calle Nueva Tres Cruces de Oro	Cascaparo	2.057	F	29.32	C	4.3	2.45	B	1.396	F	31.10	C	3.26	2.443	B	20.441	D	29.32	C	4.3	2.45	B	10.787	E	22.26	D	4.3	2.45	B
	Monjaspata	791.24	A	35.25	C	5.98	2.33	B	790.63	A	37.15	C	4.84	2.326	B	4789.536	A	35.25	C	5.98	2.33	B	1659.418	A	43.06	B	5.98	2.33	B
	Calle Nueva	0.687	F	21.69	D	5.98	1.86	A	1.71	F	23.02	D	4.84	1.856	A	3.15	F	21.69	D	5.98	1.86	A	2.281	F	20.52	D	5.98	1.86	A
	Tres Cruces de Oro	792.77	A	40.74	B	7.93	2.89	C	791.86	A	42.28	B	6.72	2.884	C	4788.005	A	40.74	B	7.93	2.89	C	1657.696	A	40.67	B	7.93	2.89	C
Belen - Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	31.09	C	52.38	B	14.22	2.536	B	31.51	C	51.27	B	13.02	2.532	B	17.732	D	52.39	B	14.22	2.536	B	19.546	D	47.48	B	14.22	2.536	B
	Tres Cruces de Oro Sur	12.53	E	40.12	B	14.22	2.817	C	13.03	E	39.38	C	13.02	2.814	C	4.636	F	40.13	B	14.22	2.817	C	22.164	D	36.58	C	14.22	2.817	C
	Belen Oeste	8.41	E	27.08	C	8.91	2.181	B	9.32	E	27.96	C	7.66	2.175	B	16.883	D	27.08	C	8.91	2.181	B	8.148	E	26.95	C	8.91	2.181	B
	Belen Este	23.25	D	53.25	B	8.91	2.208	B	23.88	D	54.50	B	7.66	2.202	B	69.031	A	53.25	B	8.91	2.208	B	29.827	C	52.07	B	8.91	2.208	B
Av. Grau - Puente Grau Av. Regional Tres Cruces de Oro	Tres Cruces de Oro	23.12	D	45.99	B	14.4	2.732	B	23.902	D	44.89	B	13.2	2.728	B	36.452	C	45.99	B	14.4	2.732	B	42.325	B	41.55	B	14.4	2.732	B
	Av. Grau	22.37	D	84.57	A	9.025	3.418	C	23.229	D	85.72	A	7.77	3.412	C	41.574	B	84.57	A	9.025	3.418	C	41.574	B	84.55	A	9.025	3.418	C
	Puente Grau	1.607	F	387.39	A	9.025	4.209	D	1.21	F	390.87	A	7.77	4.203	D	1.607	F	387.39	A	9.025	4.209	D	1.607	F	387.38	A	9.025	4.209	D
	Av. Regional	21.966	D	44.27	B	14.4	2.594	B	22.405	D	43.21	B	13.207	2.591	B	21.966	D	44.27	B	14.4	2.594	B	21.966	D	44.29	B	14.4	2.594	B

Fuente: Propia

Tabla 64: Comparación de Resultados de Área de circulación en la esquina para Peatones del Análisis por Intersecciones Semaforiadas

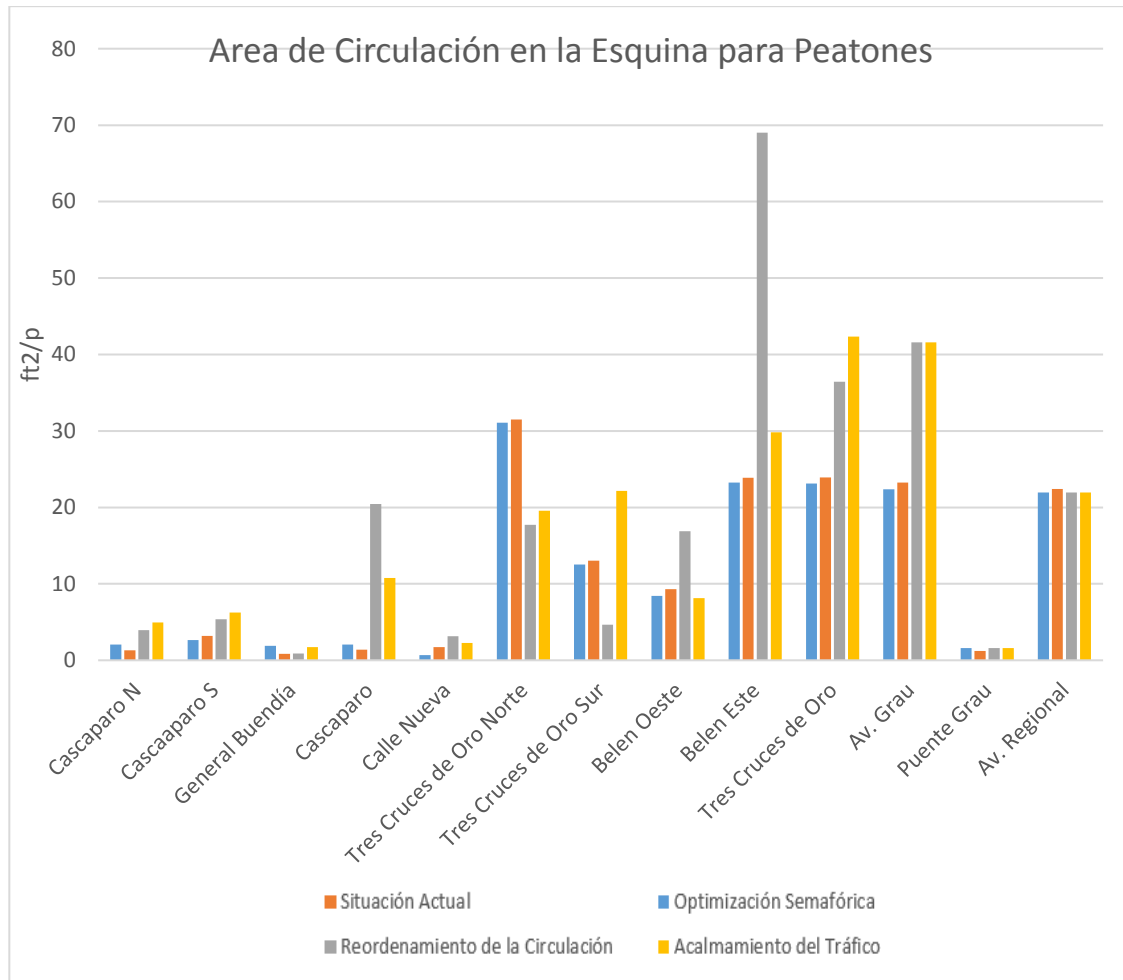
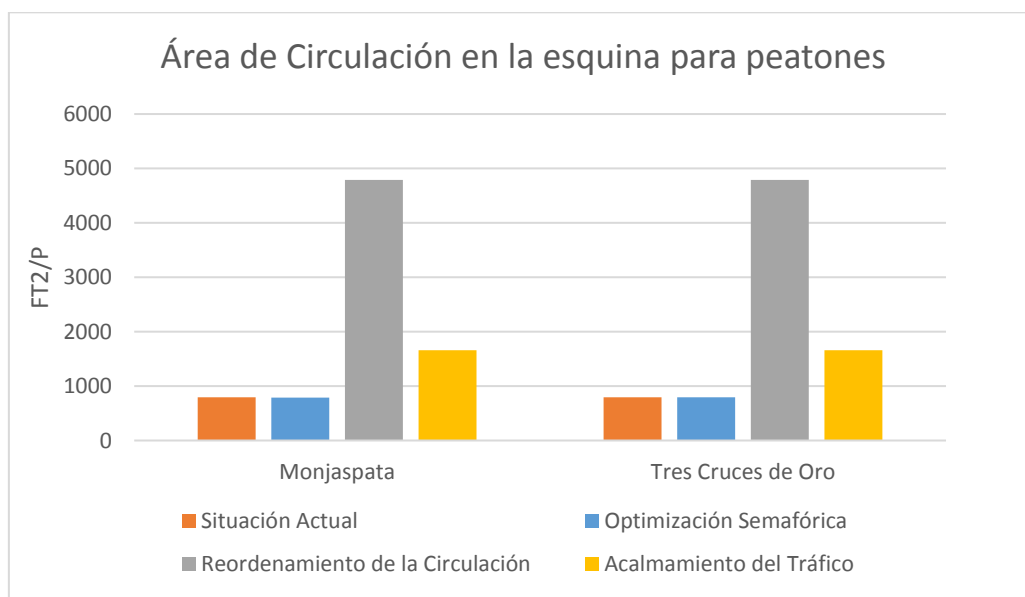
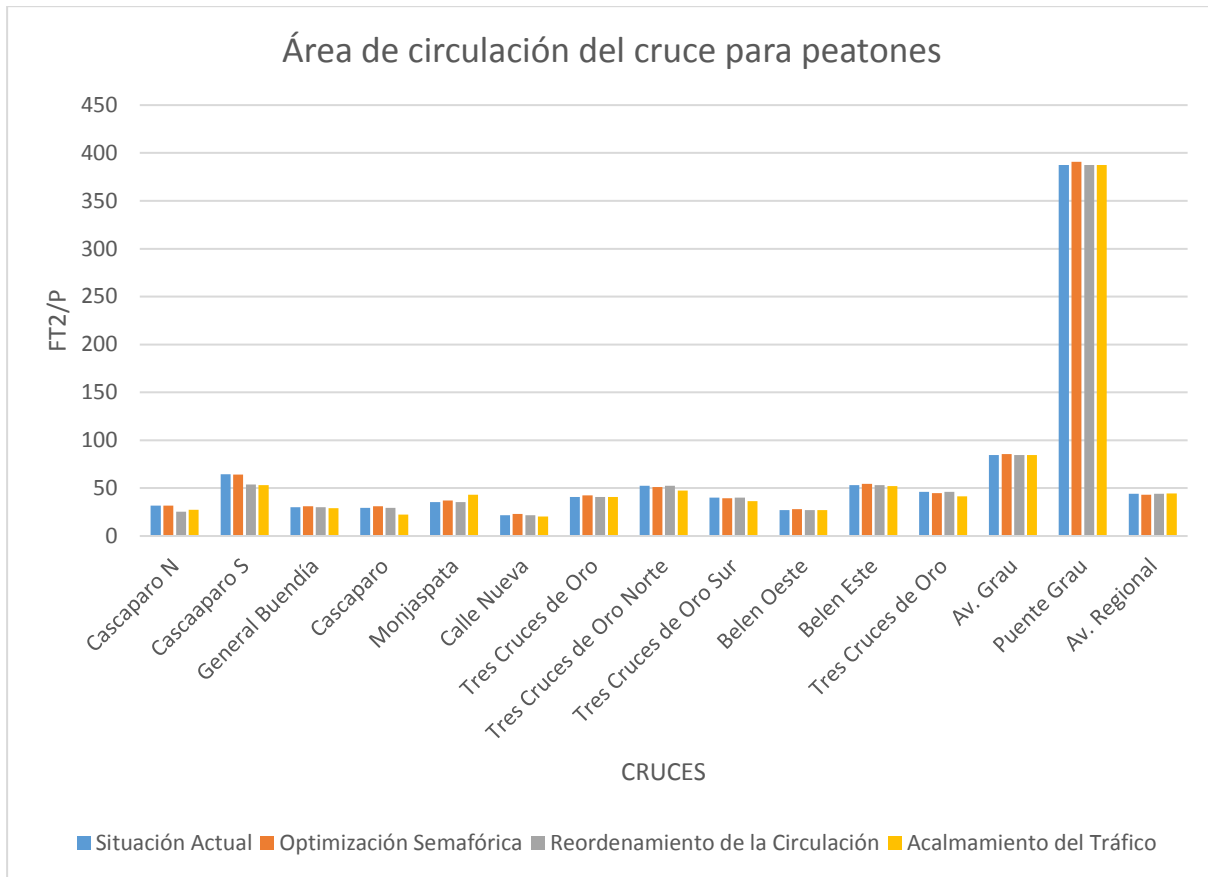


Tabla 65: Comparación de Resultados de Área de circulación en la esquina para Peatones del Análisis por Intersecciones Semaforiadas



Fuente: Propia

Tabla 66: Comparación de Resultados de Área de circulación del cruce para Peatones del Análisis por Intersecciones Semaforiadas



Fuente: Propia

En esta parte de la metodología del HCM 2010, el nivel de servicio peatonal esta basado en puntuaciones, las cuales, en este caso, no representan la verdadera problemática de la zona, por consiguiente, los parámetros usados para la determinación del Nivel de Servicio Peatonal de las intersecciones semaforizadas fueron el área de circulación de los peatones tanto en las esquinas como en los cruceros.

Como se puede observar en las tablas 63, 65, 66 y 67, las propuestas 3 y 4 son las que demuestran una mejora parcial en la mayoría de escenarios, siendo estas las de mejor aplicabilidad.

En lo que respecta al área de circulación en la esquina para los peatones, específicamente las esquinas de las calles Monjaspata y Tres Cruces de Oro, presentan áreas con un diferencia notable en comparación a las demás, esto debido a que el radio presente en esta esquina es muy grande, lo cuál, según la metodología del HCM 2010, es la principal variable para determinar dicha área.



CAPITULO V

DISCUSIÓN

a. Contraste de resultados referente al marco teórico

Discusión 1:

¿Por qué cada uno de los accesos al eje de estudio tiene distinto nivel de servicio?

La metodología del Highway Capacity Manual 2010 aplicada en la presente tesis de investigación, considera las características geométricas, características semafóricas, volúmenes vehiculares y peatonales que contiene cada grupo de carril, lo que hace que cada acceso al eje sea único y por ende tenga diferente comportamiento y nivel de servicio.

Discusión 2:

¿Por qué la diferencia de resultados entre los análisis por eje y por intersección?

Para tener resultados vehiculares mas precisos y exactos se vio por conveniente analizar el comportamiento unilateral de cada intersección sin tener en cuenta el resto; y analizar todas las intersecciones del eje en su comportamiento conjunto.

En el aspecto peatonal, la metodología del HCM 2010 presenta varios casos de aplicación, entre los cuales destacan el análisis por intersecciones semaforizadas y el analisis por caminos o veredas (walkways) e intersecciones no semaforizadas, ambas usadas en la presente tesis.

b. Comentario de la demostración de la hipótesis

Discusión 3:

¿Se vió optimizado el Nivel de Servicio aplicando cambios geométricos, elementos de calmado de tránsito y sistemas de control?

Si. Los cambios aplicados en la circulación del tránsito, los nuevos elementos geométricos, tuvieron influencia directa en el nivel de servicio.

Los resultados de la presente investigación reflejan dicha influencia de las propuestas analizadas, ya que al haberlas aplicado, el nivel de servicio mejoró considerablemente.



c. Aporte de la investigación

Discusión 4:

¿Es factible el uso del software PTV VISSIM para los procesos de cálculos, análisis y evaluación de ejes viales?

Si es factible, que el VISSIM al ser un software alemán desarrollado por el grupo PTV (Planung Transport Verkehr) que realiza la microsimulación del tráfico, así mismo calcula los tiempos de demora, para el análisis del nivel de servicio, incorporando parámetros propios y metodología del Highway Capacity Manual 2010 para todo tipo de intersección.

d. Incorporación de temas nuevos

Discusión 5:

¿Puede la metodología del HCM 2010 ser usada para el estudio de otros ejes viales?

Si, pese a que el HCM es un manual norteamericano y adicionando que en el Perú no contamos con un manual específico para todos los análisis referentes al transporte, este es utilizado en nuestro país. De la misma forma que la metodología fue aplicada en esta investigación puede ser utilizada en el análisis de otros ejes viales en nuestra ciudad, y no solo limitarse a eso, si no a comparaciones entre distintos tipos de intersecciones con rotondas o pases a desnivel.



GLOSARIO

ACCESO

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

CALZADA

Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles

CAPACIDAD VIAL

Máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o un carril durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y tránsito.

CARRIL:

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales.

CICLO O LONGITUD DE CICLO

Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones del semáforo

CONDUCTOR

Aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo.

INFRAESTRUCTURA VIAL

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.

INTERSECCIONES VIALES

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel.



NIVEL DE SERVICIO:

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico.

PEATÓN:

Persona que va a pie por una vía pública.

TRANSITO:

Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circulan por una avenida, calle o autopista.

VEHÍCULO

Es el anexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene



CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN N°1:

La hipótesis específica n°1, “Con el rediseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro, Cascaparo de la Ciudad del Cusco, obtendremos una adecuada circulación vehicular”, fue demostrada mediante la alternativa número “dos” de reordenamiento de la circulación, debido a que se rediseñó la calzada transversalmente, uniformizando el eje a dos carriles de 3.50 m cada uno en el sentido de sur a norte (subida) y también, ampliando las veredas a lo largo del eje con anchos variables; siendo esta alternativa de reordenamiento de la circulación la que resalta de las demás y mejor aplicabilidad tiene, esto debido a que como eje, la mejora fue del 52,77% vehicularmente hablando como se puede observar en la **tabla 57**, y evaluado individualmente por intersección, se aprecia mejoras de hasta el 49% como se aprecia en la **tabla 61**.

CONCLUSIÓN N°2:

La hipótesis específica n°1, “Con el rediseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro, Cascaparo de la Ciudad del Cusco, obtendremos una adecuada circulación vehicular”, también fue demostrada mediante la alternativa número “tres” de calmado del tráfico, debido a que se rediseñó la calzada transversalmente usando criterios de calmado de tránsito, específicamente, con la creación de “chicanas” a lo largo del eje, con dos carriles, uno de subida y otro de bajada, ambos de 3.60m de ancho y ampliando el ancho de las veredas a lo largo del eje; en esta alternativa la mejora en el análisis del eje fue del 9.67% vehicularmente hablando como se puede observar en la **tabla 57**, mejorando también en su desempeño para los peatones (**tablas 63, 65 y 66**) y evaluado individualmente por intersección, se aprecia mejoras de hasta el 37.62% como se aprecia en la **tabla 61**.

CONCLUSIÓN N°3:

Se demostro la hipótesis específica n°2, “Con la reordenación de la circulación vehicular mejoraremos la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco” debido a que con la alternativa número “dos” de reordenamiento de la



circulación, todo el eje vial estudiado, cambió el sentido doble inicial que poseía, a ser solo de subida, usando la calles concebidayoq y teqte como su par vial, estando su análisis como intersección en la **tabla 50**, siendo ambas calles solo de bajada, esto con la finalidad de ampliar la capacidad de la zona y disminuir las demoras de viaje, siendo los resultados los de la **tabla 57**.

CONCLUSIÓN N°4:

Se demostró la hipótesis específica n°3, “Con el reordenamiento del flujo vehicular y peatonal se tendrá una mejor continuidad en el tránsito en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco”, gracias a que se aplicó la alternativa número “dos” de reordenamiento de la circulación; con la ampliación de las calzadas y las veredas, consecuentemente, los flujos tanto vehiculares como peatonales, tuvieron una mejor continuidad. Esto se aprecia en la disminución de las demoras, apreciable en las tablas **58 ,59, 61, 63, 65 y 67**.

CONCLSUIÓN N°5:

También se demostró la hipótesis específica n°3, “Con el reordenamiento del flujo vehicular y peatonal se tendrá una mejor continuidad en el tránsito en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco” mediante la aplicación de la alternativa número “tres” de calmado del tráfico; con el nuevo diseño sinuoso de la calzada y la ampliación de las veredas, los flujos tanto vehiculares como peatonales, tuvieron también una mejor continuidad. Esto se aprecia en la disminución de las demoras, apreciable en las tablas **58 ,59, 61, 63, 65 y 67**.

CONCLUSIÓN N°6:

Se demostró la hipótesis específica n°4, “Con la optimización de los sistemas de control se tendrá una mejor movilidad en el tránsito de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco”, debido a que se aplicó una optimización a los semáforos del eje, y algunos accesos al mismo fueron mejorados en cuanto a la continuidad del tránsito en ambos casos, vehicular y peatonal. Esto se aprecia en las **tablas 59, 61, 65, 66 y 67**.



CONCLUSIÓN N° 7:

Se demostró la hipótesis general, “El nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco se verá optimizado, proponiendo nuevos elementos geométricos, de calmado de tránsito y sistemas de control”, debido a que el Nivel de Servicio se vió de hecho optimizado, estas mejoras no son tan visibles en cuanto al cambio de los parámetros del HCM (A,B,C,D,E,F), sino a la reducción porcentual de los tiempos de demoras; primero parcialmente proponiendo un reajuste de los sistemas de control, manteniendo el nivel F pero mejorandolo en un 1.86%. Segundo, con la modificación de los elementos geométricos, reordenando los sentidos de la circulación, cambiando los anchos de los carriles y veredas se logro una mejora al nivel de servicio D siendo esta una sustancial del 52.77%. Tercero, aplicando teorías de calmado del tráfico fue al nivel de servicio F, mejorándolo en 9.67%. Esto se puede observar en la **tabla 59**.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N°1

Se recomienda la aplicación de la segunda alternativa, de reordenamiento de la circulación, debido a que es en la que se observó una mejora sustancial tanto en el nivel vehicular como peatonal, adicionando a esta un estudio mas profundo y conjunto de la zona del centro histórico de la ciudad.

RECOMENDACIÓN N°2:

Siendo la alternativa “dos” futuramente implementada, se recomienda realizar un estudio complementario para la realización de una ciclovía, debido a que se contaría con el espacio necesario.

**RECOMENDACIÓN N°3:**

Tanto el software como la metodología usados en la presente tesis de investigación, si bien son aceptados por la normativa peruana, deberían adaptarse a la realidad de la movilidad en nuestro país para tener resultados más precisos, ya que el comportamiento vial es diferente al de Europa y Estados Unidos. Por lo cual, se recomienda una mejor interpretación de la norma, con datos más próximos a los del Perú.

RECOMENDACIÓN N°4:

Se recomienda la realización de estudios complementarios de toda la problemática vial en el centro de nuestra ciudad, debido a que, en este caso en particular, presentan niveles de servicio F al igual que las demás zonas, siendo las autoridades pertinentes las que deben tomar acciones lo más pronto posible, teniendo en cuenta las soluciones planteadas en la presente tesis, ampliándola y profundizándola adecuadamente.

RECOMENDACIÓN N°5:

Se recomienda el análisis futuro de los costos necesarios para la aplicabilidad de las soluciones planteadas en la presente tesis.

RECOMENDACIÓN N°6:

Se recomienda una mayor concientización de los peatones y conductores para poder lograr objetivos mayores a largo plazo, en lo que respecta a transporte público y movilidad sostenible como bicicletas, debido a que estas son la única solución real a todos los problemas de tránsito y cuya prueba está en ciudades de mayor envergadura que poseen calidad de vida superior.

RECOMENDACIÓN N°7:

Como se puede observar en la fotografía 13 del **ANEXO A**, se recomienda mejorar la calidad de las calzadas, estando estas en mal estado en muchas zonas a lo largo del eje, debido a que indirectamente estas afectan la comodidad al manejar, disminuyen la velocidad proyectada de la vía y por ende el Nivel de Servicio. Segundo, de la fotografía 14, se recomienda la no



comercialización ambulatoria que esta presente a lo largo de todas la veredas y parte de las calzadas a lo largo de la zona de estudio, esto debido primero por la seguridad de los peatones y segundo por la calidad de tránsito que se le pueda dar a los mismos.

REFERENCIAS

- A. Bull. (2003). *Congestion de transito: El problema y como enfrentarlo*. Chile: Naciones Unidas.
- Aashto. (2001). *Apollice on Geometric Design og Highways and Sterps* . Washington D.C. .
- Ahmed, K. (1999). *Modeling Drivers´Aceleration and Lane Changing Behaviour*. Massachusetts: Institute of Technology.
- American Asociation of State Highway and Transportation Officials. (1995). *A policy on geometric design of higways and streets 1994*. Washington, D.C.: AASHTO.
- Ardila, O. (2002). *Concurrencia En Sistemas Multiagente: Implementación De Un Simulador De Tráfico Urbano*. Bogota: PUJ.
- Arrieta, K. (2013). *Modeación del tráfico vehicular con el software PTV VISSIM tramo bomba El Gallo- bomba el Amparo*. Cartagena.
- Asaithambi, G. (2008). *Evaluation of Left Turn Channelization at a Signalized Intersection Under Heterogeneous Traffic Conditions* . Transport.
- Bloomberg, L., & Dale, J. (2000). *A comparison of the Vissim and Corsin traffic simulation models*. Oakland.
- Boumedine, A. B. (2009). *Satration Flow versus green time al two-stage signal controlled intersections*. Transportt.
- Cal y Mayor. (2007). *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega.
- Catarina. (12 de 05 de 2015). <http://catarina.udlap.mx/>. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/angel_r_aj/capitulo1.pdf
- Cegarra Sanchez , J. (2012). *Metodologia de la Investigacion Cientifica y Tecnologica*. Madrid: Dias de Santos.
- Cerquera, Á. (2007). *Capacidad Y Niveles De Servicio De La Infraestructura Vial* . Tunja.



- Cluskey, J. M. (1985). *El diseño de las vías urbanas*. Gustavo Gili.
- CONASET. (2010). *Guía de criterios para la aplicación, ubicación, diseño y señalización de medidas para el tráfico calmado*. Chile: Gobierno de Chile.
- Cueva, B. (2012). *Análisis de medidas para reducir la congestión*. Cuenca.
- DRTCC CUSCO, D. R. (2013). Plan Vial Departamental Participativo del Cusco 2012 - 2021. Gobierno Regional Cusco.
- Engels, K. M. (10 de Marzo de 2003). *La revolución de la ciencia de Eugenio Dühring*. Obtenido de <http://www.ucm.es/info/bas/es/marx-eng/78ad/78AD303.htm>
- Escuela Industrial. (01 de 02 de 2014). *lasticsdesdeca.files.wordpress.com*. Obtenido de <https://lasticsdesdeca.files.wordpress.com/2014/02/sec3b1ales-preventivas-taller-de-clase777.pdf>
- Fellendor, P. (2010). *Microscopic traffic flow simulation Vissim. Alemania: International Series in Operation Research and Management Sciencie. .*
- Fremap. (2016). *Recomendaciones De Seguridad Vial: La Distancia De Seguridad*. Madrid: Fremap.
- Gamarra Santisteban, B., & Delgado Ccompi, J. (2016). *Calidad del Servicio de Transporte Público Urbano en la Ciudad del Cusco*. Cusco.
- Gao, Y. (2008). *Calibration and comparison of the Vissim and integration microscopic traffic simulation model*. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute.
- González, M. (11 de 10 de 1999). *Estudio De Velocidades*. Obtenido de http://www.carreteros.org/planificacion/1999/1999_10.pdf
- González, R. P. (2014). *Visión y conducción*. España.
- HCM, H. C. (2010). *Highway Capacity Manual*. WASHINGTON.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collao , C., & Baptista , L. (2006). *Fundamentos de Metodología de la Investigacion*. Mexico D.F.: Infagon Web, S.A. de C.V.
- ICG. (2005).
- INEI. (2006). *Glosario básico de términos estadísticos*. Lima: INEI.



- Instituto Nacional de Vias. (1996). *Glosario Manual Diseño Geométrico Carreteras*. Bogota.
- Lozano, A., Torres, V., & Antún, J. P. (2003). *Flujo Vehicular*. México: Instituto de Ingeniería.
- Montoya, H. G. (2008). *Ingeniería De Tránsito*. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería .
- Moras, C. G. (2009). *Evaluación de un sistema inteligente de semaforización mediante simulacion para la ciudad de Orizaba*. Veracruz: Revista de ingeniería industrial.
- Narváez, R., & Zapardiel, A. (2015). *Modelación del tránsito vehicular en el sector bomba El Amparo -Sao la Plazuela, Cartagena por medio del software PTV Vissim*. Cartagena: Universidad de Catagena.
- Oficina General de Planificación, P. e. (2018). Memoria Anual 2015. Municipalidad provincial del Cusco.
- Orozco, I. O. (10 de 05 de 2012). *es.scribd.com*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/105260388/Volumen-Del-Transito>
- Pranevicius, H. (2011). *Knowledge Based Traffic Signal Control Model for Signalized Transport*.
- PTVGROUP. (2017). <https://www.ptvgroup.com>.
- Robinson Carlton. (2010). HCM 2010 Highway Capacity Manual. Transportation Research Board of the National Academies.
- Roess, & Prassas. (1998). *Traffic Engineering*.
- Rojas, T. (2003). *Diseño de Intersecciones*. Lima: Campus Lima.
- Sánchez, P. P. (2014). *Unidad De Intervención Educativa*. España: Drimway Studios.
- Santoni. (2015). *Dispositivos de control del tránsito*. Mexico.
- Speier, C. W. (2008). *Gestion del Transito*.
- TRB. (2000). *Highway Capacity Manual*. Washington D.C: Federal Highway Administration.
- Valencia, V. (2000). *Principiois sobre semaforos*. Medellin.

ANEXOS

ANEXO A : FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Calle Unión



Fuente: Propia

Fotografía 2: Intersección no semaforizada de las Calles Hospital - Santa Teresa y Cascaparo



Fuente: Propia

Fotografía 3: Intersección SemafORIZADA de las Calles Cascaparo y General Buendía



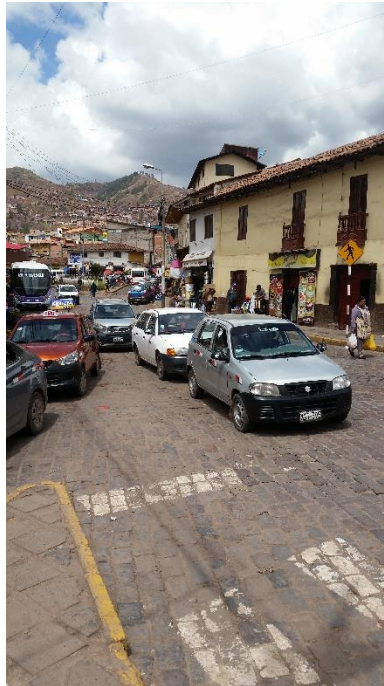
Fuente: Propia

Fotografía 4: Intersección no SemafORIZADA de las Calles Cascaparo - Cascaparo Chico y Pasaje Grohening



Fuente: Propia

Fotografía 5: Calle Monjaspata



Fuente: Propia

Fotografía 6: Calle Nueva



Fuente: Propia

Fotografía 7: Calle Cascaparo



Fuente: Propia

Fotografía 8: Calle Tres Cruces de Oro



Fuente: Propia

Fotografía 9: Intersección no SemafORIZADA de las Calles Tres Cruces de Oro y Pera



Fuente: Propia

Fotografía 10: Intersección SemafORIZADA de las Calles Tres Cruces de Oro y Belén



Fuente: Propia

Fotografía 11: Calle Lechugal



Fuente: Propia

Fotografía 12: Intersección Semaforzada de las Calles Tres Cruces de Oro - Regional - Avenida Grau y Puente Grau



Fuente: Propia

Fotografía 13: Mal estado de las Calzadas



Fuente: Propia

Fotografía 14: Comercio Ambulatorio










Fuente: Propia








Fotografía 15: Levantamiento Topográfico de la Zona



Fuente: Propia

ANEXO B: FICHAS DE AFORO VEHICULAR

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cascaparo - Hospital				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45		25			8			33
10:45 - 11:00	1	45	2	1	10			59
11:00 - 11:15	1	44	2	1	14			62
11:15 - 11:30		50		1	9			60
11:30 - 11:45		59			9			68
11:45 - 12:00		52	1		9			62
12:00 - 12:15	3	52	2		13			70
12:15 - 12:30		59			11		2	72
Total	5	386	7	3	83	0	2	486
%	1.03%	79.42%	1.44%	0.62%	17.08%	0.00%	0.41%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl Cascaparo - Santa Teresa				Código	11		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45	0	57	1	1	0	1	1	61
10:45 - 11:00	1	59	2	2	0	0	0	64
11:00 - 11:15	2	69	5	2	0	0	2	80
11:15 - 11:30	0	52	4	0	0	0	1	57
11:30 - 11:45	3	51	1	0	0	0	1	56
11:45 - 12:00	1	52	4	2	0	0	3	62
12:00 - 12:15	1	41	6	4	0	0	2	54
12:15 - 12:30	0	50	2	1	0	0	1	54
Total	8	431	25	12	0	1	11	488
%	1.64%	88.32%	5.12%	2.46%	0.00%	0.20%	2.25%	100.00%










Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Calle Union - Cascaparo				Código	20		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
10:30 - 10:45	0	23	0	0	0	0	0	23
10:45 - 11:00	0	19	1	0	0	0	0	20
11:00 - 11:15	0	18	1	0	0	0	0	19
11:15 - 11:30	0	20	0	1	0	0	0	21
11:30 - 11:45	0	17	0	0	0	0	1	18
11:45 - 12:00	0	25	0	0	0	0	0	25
12:00 - 12:15	0	20	3	1	0	0	0	24
12:15 - 12:30	0	15	1	1	0	0	0	17
Total	0	157	6	3	0	0	1	167
%	0%	94.01%	3.59%	1.80%	0.00%	0.00%	0.60%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Calle Union - Calle Hospital				Código	21		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
10:30 - 10:45	0	9	0	0	0	0	0	9
10:45 - 11:00	0	8	0	0	0	0	0	8
11:00 - 11:15	1	14	2	1	0	0	0	18
11:15 - 11:30	0	8	0	0	0	0	0	8
11:30 - 11:45	0	6	0	0	0	0	0	6
11:45 - 12:00	0	17	1	0	0	0	0	18
12:00 - 12:15	0	13	0	1	0	0	0	14
12:15 - 12:30	0	10	1	0	0	0	0	11
Total	1	85	4	2	0	0	0	92
%	1.09%	92.39%	4.35%	2.17%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%






Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cascaparo - Santa Clara				Código	30		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
10:30 - 10:45		26	4		3			33
10:45 - 11:00	1	55	3		3			62
11:00 - 11:15	1	58	2		4			65
11:15 - 11:30		45	2		4			51
11:30 - 11:45		60	2		3			65
11:45 - 12:00	2	61		1	5			69
12:00 - 12:15	5	52	6		6			69
12:15 - 12:30		42	5		5			52
Total	9	399	24	1	33	0	0	466
%	1.93%	85.62%	5.15%	0.21%	7.08%	0.00%	0.00%	100.00%






Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Santa Teresa - Hospital				Código	31		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
10:30 - 10:45		24	1	1	3			29
10:45 - 11:00	2	30	3		5			40
11:00 - 11:15	2	33	2		5			42
11:15 - 11:30	1	32	1	1	4			39
11:30 - 11:45		17			6			23
11:45 - 12:00		28			3			31
12:00 - 12:15		43	2		7			52
12:15 - 12:30		38	7		3			48
Total	5	245	16	2	36	0	0	304
%	1.64%	80.59%	5.26%	0.66%	11.84%	0.00%	0.00%	100.00%









Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Hospital - Santa Teresa				Código	40		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45		17	3					20
10:45 - 11:00		24	3	1				28
11:00 - 11:15	1	22	1	1			1	26
11:15 - 11:30		12						12
11:30 - 11:45		9						9
11:45 - 12:00		23	1					24
12:00 - 12:15		17	1					18
12:15 - 12:30		15	1					16
Total	1	139	10	2	0	0	1	153
Porcentaje	0.65%	90.85%	6.54%	1.31%	0.00%	0.00%	0.65%	100.00%









Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Hospital - Cascaparo				Código	41		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45	0	19	1	1	0	0	0	21
10:45 - 11:00	0	22	1	1	0	0	0	24
11:00 - 11:15	1	15	0	0	0	0	0	16
11:15 - 11:30	1	32	0	1	0	0	0	34
11:30 - 11:45	1	16	1	0	0	0	0	18
11:45 - 12:00	0	16	2	1	0	0	0	19
12:00 - 12:15	0	25	1	1	0	0	0	27
12:15 - 12:30	0	30	2	0	0	0	0	32
Total	3	175	8	5	0	0	0	191
Porcentaje	1.57%	91.62%	4.19%	2.62%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. General Buendía - Cascaparo				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
10:30 - 10:45		1						1
10:45 - 11:00		3						3
11:00 - 11:15		1						1
11:15 - 11:30		2						2
11:30 - 11:45		1						1
11:45 - 12:00		1						1
12:00 - 12:15		1						1
12:15 - 12:30		1						1
Total	0	11	0	0	0		0	








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES) Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - General Buendía				Código	11		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
10:30 - 10:45		3	85	2	1			2
10:45 - 11:00		5	83	5	1			1
11:00 - 11:15		2	87	5	3			1
11:15 - 11:30		3	83	8	1			6
11:30 - 11:45		2	106	3	1			3
11:45 - 12:00		1	90	3	1			6
12:00 - 12:15			84	7	1			3
12:15 - 12:30		3	88	7	1			2
Total	19	706	40	10			24	799








EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
Tesis:								
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - General Buendía				Código	20		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45	0	82	2	0	1		0	85
10:45 - 11:00	4	74	6	4	1		0	89
11:00 - 11:15	2	92	4	2	5		0	105
11:15 - 11:30	1	73	2	3	4		0	83
11:30 - 11:45	1	88	6	0	2		0	97
11:45 - 12:00	0	83	3	0	3		1	90
12:00 - 12:15	2	82	5	2	6		1	98
12:15 - 12:30	0	68	7	1	4		1	81
Total	10	642	35	12	26	0	3	728

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:								
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. General Buendía - Cascaparo				Código	21		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45		3						3
10:45 - 11:00	1	5	1					7
11:00 - 11:15		2	1					3
11:15 - 11:30		10						10
11:30 - 11:45		6						6
11:45 - 12:00		7						7
12:00 - 12:15		6	1					7
12:15 - 12:30		9	2					11
Total	1	48	5	0	0	0	0	54

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES) Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - General Buendía				Código	30		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45		21	2	0				23
10:45 - 11:00		26	1	1				28
11:00 - 11:15		27	1	1				29
11:15 - 11:30	1	35	4	0				40
11:30 - 11:45		21	0	1				22
11:45 - 12:00	1	24	3	1				29
12:00 - 12:15	2	36	3	1				42
12:15 - 12:30	1	39	1	2				43
Total	5	229	15	7				256








Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - General Buendía				Código	31		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	Total
								
10:30 - 10:45	0	40	1	0	0		0	41
10:45 - 11:00	0	35	1	0	0		0	36
11:00 - 11:15	3	42	2	1	0		1	49
11:15 - 11:30	0	33	1	0	0		1	35
11:30 - 11:45	0	33	6	3	0		1	43
11:45 - 12:00	1	23	0	0	0		2	26
12:00 - 12:15	0	22	0	0	0		2	24
12:15 - 12:30	1	43	1	0	0		2	47
Total	5	271	12	4	0	0	9	301




Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - Cascaparo Chico				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	2	37	0	2	3	0	0	44
10:45 - 11:00	0	33	2	0	3	0	0	38
11:00 - 11:15	0	34	0	1	3	0	1	39
11:15 - 11:30	0	41	0	0	4	0	0	45
11:30 - 11:45	0	30	0	0	3	0	1	34
11:45 - 12:00	0	37	2	0	3	0	0	42
12:00 - 12:15	0	32	0	0	6	0	2	40
12:15 - 12:30	0	42	1	0	4	0	0	47
Total	2	286	5	3	29	0	4	329
%	0.61%	86.93%	1.52%	0.91%	8.81%	0.00%	1.22%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Psje. Gohering - Cl. Cascaparo				Código	20		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	0	51	0	0	0	0	0	51
10:45 - 11:00	0	41	3	0	0	0	1	45
11:00 - 11:15	0	41	1	0	0	0	0	42
11:15 - 11:30	0	37	0	0	0	0	0	37
11:30 - 11:45	0	47	3	1	0	0	0	51
11:45 - 12:00	0	31	3	0	0	0	1	35
12:00 - 12:15	0	39	2	0	0	0	1	42
12:15 - 12:30	0	27	2	1	0	0	1	31
Total	0	314	14	2	0	0	4	334
%	0%	94.01%	4.19%	0.60%	0.00%	0.00%	1.20%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Psje. Gohering - Cl. Cascaparo				Código	21		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45	0	36	0	1	0	0	1	38
10:45 - 11:00	0	19	1	3	0	0	0	23
11:00 - 11:15	0	33	3	1	0	0	1	38
11:15 - 11:30	0	20	4	1	0	0	0	25
11:30 - 11:45	0	38	1	0	0	0	0	39
11:45 - 12:00	0	25	1	0	0	0	2	28
12:00 - 12:15	0	25	4	0	0	0	2	31
12:15 - 12:30	0	14	3	1	0	0	0	18
Total	0	210	17	7	0	0	6	240
%	0	87.50%	7.08%	2.92%	0.00%	0.00%	2.50%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Monjaspata				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45	1	8	1		5			15
10:45 - 11:00		10			7			17
11:00 - 11:15		17	1	1	19		1	39
11:15 - 11:30		24	1		17			42
11:30 - 11:45		14		1	10		1	26
11:45 - 12:00		22			21			43
12:00 - 12:15		20		1	15			36
12:15 - 12:30		12			19			31
Total	1	127	3	3	113	0	2	249
%	0.40%	51.00%	1.20%	1.20%	45.38%	0.00%	0.80%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Cascaparo				Código	11		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	3	56	1	0				60
10:45 - 11:00	2	48	3	2				55
11:00 - 11:15	2	44	3	2				51
11:15 - 11:30	1	45	3	2			1	52
11:30 - 11:45	1	44	1				2	48
11:45 - 12:00	1	55	4	1			4	65
12:00 - 12:15		38	1	1			3	43
12:15 - 12:30	1	50	2	1			2	56
Total	11	380	18	9			12	430
%	2.56%	88.37%	4.19%	2.09%	0.00%	0.00%	2.79%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Calle Nueva				Código	12		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	3	9	0	0	4		1	17
10:45 - 11:00	2	12	2	0	4		2	22
11:00 - 11:15	1	14	0	0	4		0	19
11:15 - 11:30	3	11	1	0	4		1	20
11:30 - 11:45	0	6	0	1	3		0	10
11:45 - 12:00	0	6	0	1	5		1	13
12:00 - 12:15	0	16	3	0	6		2	27
12:15 - 12:30	0	8	1	0	6		0	15
Total	9	82	7	2	36		7	143
%	6.29%	57.34%	4.90%	1.40%	25.17%	0.00%	4.90%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - Calle Nueva				Código	20		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45		3	1					4
10:45 - 11:00		4	1					5
11:00 - 11:15		4						4
11:15 - 11:30		2						2
11:30 - 11:45		1						1
11:45 - 12:00		3						3
12:00 - 12:15		3						3
12:15 - 12:30		3						3
Total	0	23	2	0	0	0	0	25
%	0.00%	92.00%	8.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl Monjaspata - Calle Nueva				Código	21		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45		133	4	1			3	141
10:45 - 11:00	1	111	5	1			2	120
11:00 - 11:15	1	109	7	3			1	121
11:15 - 11:30	3	80	5	3				91
11:30 - 11:45	1	110	10					121
11:45 - 12:00	1	87	8	2			2	100
12:00 - 12:15	1	95	8	1			4	109
12:15 - 12:30	1	115	5	3			3	127
Total	9	840	52	14	0	0	15	930
%	0.97%	90.32%	5.59%	1.51%	0.00%	0.00%	1.61%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - Monjaspata				Código	22		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45	1	12	1	0	0	0	0	14
10:45 - 11:00	0	7	1	0	0	0	0	8
11:00 - 11:15	0	8	0	0	0	0	0	8
11:15 - 11:30	0	23	0	0	0	0	0	23
11:30 - 11:45	0	11	1	0	0	0	0	12
11:45 - 12:00	0	10	0	0	0	0	0	10
12:00 - 12:15	0	15	1	1	0	0	1	18
12:15 - 12:30	0	8	0	0	0	0	0	8
Total	1	94	4	1	0	0	1	101
%	0.99%	93.07%	3.96%	0.99%	0.00%	0.00%	0.99%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Calle Nueva - Tres Cruces de Oro				Código	30		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45					4			4
10:45 - 11:00					5			5
11:00 - 11:15					4			4
11:15 - 11:30					4			4
11:30 - 11:45					6			6
11:45 - 12:00					3			3
12:00 - 12:15		2			5			7
12:15 - 12:30					4			4
Total	0	2	0	0	35			37
%	0.00%	5.41%	0.00%	0.00%	94.59%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular							
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Calle Nueva - Monjaspata				Código	31	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45					6		6
10:45 - 11:00					7		7
11:00 - 11:15					4		4
11:15 - 11:30					4		4
11:30 - 11:45					4		4
11:45 - 12:00		1			7		8
12:00 - 12:15		1			7		8
12:15 - 12:30					6		6
Total	0	2	0	0	45	0	47
%	0.00%	4.26%	0.00%	0.00%	95.74%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular							
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Calle Nueva - Cascaparo				Código	32	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45	2	2	0	0	0		4
10:45 - 11:00	1	2	1	0	0		4
11:00 - 11:15	0	3	0	1	0		4
11:15 - 11:30	0	3	0	0	0		3
11:30 - 11:45	0	1	0	0	0		1
11:45 - 12:00	0	2	0	0	0		2
12:00 - 12:15	1	0	1	0	0		2
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0		0
Total	4	13	2	1	0		20
%	20.00%	65.00%	10.00%	5.00%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Monjaspata - Cascaparo				Código	40		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45	0	9	1	0	0	0	1	11
10:45 - 11:00	1	13	1	0	0	0	0	15
11:00 - 11:15	0	16	1	0	0	0	0	17
11:15 - 11:30	0	9	1	0	0	0	2	12
11:30 - 11:45	0	13	0	0	0	0	1	14
11:45 - 12:00	0	15	2	0	0	0	0	17
12:00 - 12:15	0	14	0	0	0	0	0	14
12:15 - 12:30	0	19	2	0	0	0	0	21
Total	1	108	8	0	0	0	4	121
%	0.83%	89.26%	6.61%	0.00%	0.00%	0.00%	3.31%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Cascaparo - Tres Cruces de Oro				Código	41		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45	1	1			2			4
10:45 - 11:00		3			3			6
11:00 - 11:15		1			3			4
11:15 - 11:30		3			2			5
11:30 - 11:45		2			2			4
11:45 - 12:00		3			3			6
12:00 - 12:15		5			2			7
12:15 - 12:30		1			1			2
Total	1	19	0	0	18	0	0	38
%	2.63%	50.00%	0.00%	0.00%	47.37%	0.00%	0.00%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Monjas-pata - Tres Cruces de Oro				Código	42		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45		38			10			48
10:45 - 11:00	2	40			10			52
11:00 - 11:15	1	59			15			75
11:15 - 11:30	1	49			10			60
11:30 - 11:45	1	48	2		13		1	65
11:45 - 12:00		38	1		15			54
12:00 - 12:15		49			15			64
12:15 - 12:30		44			17			61
Total	5	365	3	0	105	0	1	479
%	1.04%	76.20%	0.63%	0.00%	21.92%	0.00%	0.21%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Pera				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	1	10	2					13
10:45 - 11:00	1	9	1					11
11:00 - 11:15		5						5
11:15 - 11:30	3	12	3	1				19
11:30 - 11:45		6	2				1	9
11:45 - 12:00		4	4					8
12:00 - 12:15		7	1	1			1	10
12:15 - 12:30		4	1					5
Total	5	57	14	2	0	0	2	80
%	6.25%	71.25%	17.50%	2.50%	0.00%	0.00%	2.50%	100.00%








EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesis:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Pera				Código	20	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45		2	1				3
10:45 - 11:00		1	1				2
11:00 - 11:15		1	1				2
11:15 - 11:30		1					1
11:30 - 11:45							0
11:45 - 12:00		1					1
12:00 - 12:15							0
12:15 - 12:30		1					1
Total	0	7	3	0	0	0	10
%	0.00%	70.00%	30.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesis:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Cl Tres Cruces de Oro - Pera				Código	21	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45	0	92	0	1	0	0	94
10:45 - 11:00	0	88	0	0	0	0	89
11:00 - 11:15	1	91	0	1	0	0	94
11:15 - 11:30	0	64	1	0	0	0	65
11:30 - 11:45	0	91	0	0	0	0	92
11:45 - 12:00	1	76	2	0	0	0	80
12:00 - 12:15	0	80	1	0	0	0	83
12:15 - 12:30	0	75	0	1	0	0	77
Total	2	657	4	3	0	0	674
%	0.30%	97.48%	0.59%	0.45%	0.00%	0.00%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl Tres Cruces de Oro - Belen				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45		10	2	1	2			15
10:45 - 11:00		7	2		1			10
11:00 - 11:15	1	13			2			16
11:15 - 11:30		5			3			8
11:30 - 11:45		6			3			9
11:45 - 12:00		10			1			11
12:00 - 12:15		9	2	1	2			14
12:15 - 12:30		8	1		2			11
Total	1	68	7	2	16			94
%	1.06%	72.34%	7.45%	2.13%	17.02%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro				Código	11		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45	1	36	3	1	14	0	0	55
10:45 - 11:00	0	48	4	1	8	0	1	62
11:00 - 11:15	1	67	1	0	12	0	1	82
11:15 - 11:30	2	64	3	1	5	0	1	76
11:30 - 11:45	1	46	2	2	6	0	1	58
11:45 - 12:00	1	54	3	2	12	0	2	74
12:00 - 12:15	1	45	2	1	12	0	0	61
12:15 - 12:30	1	54	2	0	13	0	0	70
Total	8	414	20	8	82	0	6	538
%	1.49%	76.95%	3.72%	1.49%	15.24%	0.00%	1.12%	100.00%




Ficha de Aforo Vehicular							
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Belen				Código	12	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45		6					6
10:45 - 11:00		8			1		9
11:00 - 11:15	1	19		2	4		26
11:15 - 11:30		14	2		2		18
11:30 - 11:45		11		1	3		15
11:45 - 12:00		15	1		3		19
12:00 - 12:15		22			3		25
12:15 - 12:30		13	2		3		20
Total	1	108	5	3	19	0	138
%	0.72%	78.26%	3.62%	2.17%	13.77%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular							
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Cl Belén - Tres Cruces de Oro				Código	20	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45		1		1			2
10:45 - 11:00		1					1
11:00 - 11:15		3		1			4
11:15 - 11:30		3					3
11:30 - 11:45		2	2				4
11:45 - 12:00		3					3
12:00 - 12:15							0
12:15 - 12:30							0
Total	0	13	2	2	0	0	17
%	0.00%	76.47%	11.76%	11.76%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro				Código	21		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45		34	4	1	10		1	50
10:45 - 11:00		60	2	0	20		2	84
11:00 - 11:15	1	69	3	3	21			97
11:15 - 11:30	5	56	1	1	19			82
11:30 - 11:45		65	11	0	17			93
11:45 - 12:00		51	3	5	22			81
12:00 - 12:15	1	57	2	0	19			79
12:15 - 12:30		62	7	1	23		2	95
Total	7	454	33	11	151	0	5	661
%	1.06%	68.68%	4.99%	1.66%	22.84%	0.00%	0.76%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Belen				Código	22		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
10:30 - 10:45		4						4
10:45 - 11:00		6						6
11:00 - 11:15		5						5
11:15 - 11:30		4						4
11:30 - 11:45		6						6
11:45 - 12:00		4						4
12:00 - 12:15		3						3
12:15 - 12:30		0						0
Total	0	32	0	0	0	0	0	32
%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	CI Belen - Tres Cruces de Oro				Código	30		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	0	8	1	1	1	0	0	11
10:45 - 11:00	2	17	1	1	2	0	0	23
11:00 - 11:15	0	12	1	1	3	0	1	18
11:15 - 11:30	0	13	0	1	2	0	0	16
11:30 - 11:45	1	35	2	0	5	0	1	44
11:45 - 12:00	0	15	1	1	2	0	1	20
12:00 - 12:15	0	47	2	1	4	0	1	55
12:15 - 12:30	0	29	2	0	1	0	0	32
Total	3	176	10	6	20	0	4	219
%	1.37%	80.37%	4.57%	2.74%	9.13%	0.00%	1.83%	100.00%








Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	CI Belén				Código	31		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	2	27	0	2	5			36
10:45 - 11:00		23			6			29
11:00 - 11:15	0	33		2	3			38
11:15 - 11:30		22	1		5			28
11:30 - 11:45		19			3			22
11:45 - 12:00		27		2	8			37
12:00 - 12:15		19	0	1	8			28
12:15 - 12:30		29	1	1	8			39
Total	2	199	2	8	46			257
%	0.78%	77.43%	0.78%	3.11%	17.90%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Belen - Tres Cruces de Oro				Código	32		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45		7			5			12
10:45 - 11:00		16	1		3		2	22
11:00 - 11:15		23	1		7		1	32
11:15 - 11:30		16			7			23
11:30 - 11:45		12	2		6		1	21
11:45 - 12:00		17		1	8		1	27
12:00 - 12:15		16	2		8		2	28
12:15 - 12:30		8	1		6		2	17
Total	0	115	7	1	50	0	9	182
%	0.00%	63.19%	3.85%	0.55%	27.47%	0.00%	4.95%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Belen - Tres Cruces de Oro				Código	40		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45		8						8
10:45 - 11:00		4						4
11:00 - 11:15	1	6		1			1	9
11:15 - 11:30		15	2					17
11:30 - 11:45		7					1	8
11:45 - 12:00		5	1					6
12:00 - 12:15		8	2	1			1	12
12:15 - 12:30		8	1					9
Total	1	61	6	2	0	0	3	73
%	1.37%	83.56%	8.22%	2.74%	0.00%	0.00%	4.11%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Belen				Código	41		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	1	20	3	1	11			36
10:45 - 11:00		15	2		10			27
11:00 - 11:15		15	1		17			33
11:15 - 11:30		16	2	1	18			37
11:30 - 11:45		18	2		15			35
11:45 - 12:00		25	1		25			51
12:00 - 12:15		15	2		16			33
12:15 - 12:30		20	2		19			41
Total	1	144	15	2	131			293
%	0.34%	49.15%	5.12%	0.68%	44.71%	0.00%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl Belen - Tres Cruces de Oro				Código	42		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	1	19			6			26
10:45 - 11:00		22		1	4		2	29
11:00 - 11:15		27	1	1	5			34
11:15 - 11:30		30			6			36
11:30 - 11:45		31		1	5			37
11:45 - 12:00		38			3		1	42
12:00 - 12:15		40	1		5			46
12:15 - 12:30		42	1		2			45
Total	1	249	3	3	36	0	3	295
%	0.34%	84.41%	1.02%	1.02%	12.20%	0.00%	1.02%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Lechugal - Tres Cruces de Oro				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	2	10	1	2	0	0	0	15
10:45 - 11:00	0	10	1	0	0	0	0	11
11:00 - 11:15	1	14	1	1	0	0	0	17
11:15 - 11:30	0	9	2	1	0	0	0	12
11:30 - 11:45	0	20	0	0	0	0	2	22
11:45 - 12:00	0	9	2	1	0	0	1	13
12:00 - 12:15	0	6	0	1	0	0	0	7
12:15 - 12:30	0	2	2	0	0	0	0	4
Total	3	80	9	6	0	0	3	101
%	2.97%	79.21%	8.91%	5.94%	0.00%	0.00%	2.97%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Responsable:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Av. Grau - Cl. Tres Cruces				Código	10		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	3	140	11	6	3		2	165
10:45 - 11:00	5	126	5	5	2		3	146
11:00 - 11:15	6	131	16	4	2		1	160
11:15 - 11:30	1	116	13	3	2		5	140
11:30 - 11:45	2	100	12	1	2	1	2	120
11:45 - 12:00	5	112	6	9	1	1		134
12:00 - 12:15	1	112	14	4	3		1	135
12:15 - 12:30	3	113	10	5	4	2	3	140
Total	26	950	87	37	19	4	17	1140
%	2.28%	83.33%	7.63%	3.25%	1.67%	0.35%	1.49%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Regional - Tres Cruces de Oro					11		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45		46			6			52
10:45 - 11:00		49	2	1	5		1	58
11:00 - 11:15		45	1		5		1	52
11:15 - 11:30	1	63		2	9		1	76
11:30 - 11:45		31	4	2	5		3	45
11:45 - 12:00		60	1	2	7		4	74
12:00 - 12:15		55		2	7			64
12:15 - 12:30		55			4			59
Total	1	404	8	9	48		10	480
%	0.21%	84.17%	1.67%	1.88%	10.00%	0.00%	2.08%	100.00%



Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Regional - Av. Grau				Código	12		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	1	58	2	1				62
10:45 - 11:00		83	4	1				88
11:00 - 11:15	2	76	2	7			3	90
11:15 - 11:30		64	3	2				69
11:30 - 11:45	1	74	4	1			7	87
11:45 - 12:00		69	1	3				73
12:00 - 12:15		34	1	2				37
12:15 - 12:30		57	4	6			1	68
Total	4	515	21	23			11	574
%	0.70%	89.72%	3.66%	4.01%	0.00%	0.00%	1.92%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular							
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Cl.Tres Cruces de Oro - Av. Grau				Código	20	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45		62			13		75
10:45 - 11:00	2	65	5	1	13		87
11:00 - 11:15	1	60	3		16		82
11:15 - 11:30		45	4		15		64
11:30 - 11:45		50	4		13		70
11:45 - 12:00	1	70		5	14		90
12:00 - 12:15		60	1	1	16		78
12:15 - 12:30		54	4		12		70
Total	1	466	21	7	112		613
%	0.16%	76.02%	3.43%	1.14%	18.27%	0.00%	100.00%








Ficha de Aforo Vehicular							
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL						
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes						
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Pte. Grau				Código	21	
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am				
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión
							
10:30 - 10:45	1	62	1	2	9	0	76
10:45 - 11:00	3	68	4	2	8	0	86
11:00 - 11:15	0	52	5	2	9	0	68
11:15 - 11:30	1	56	0	1	7	0	67
11:30 - 11:45	1	56	4	1	5	0	67
11:45 - 12:00	2	60	4	0	10	0	77
12:00 - 12:15	1	61	2	1	8	0	73
12:15 - 12:30	0	61	2	0	9	0	75
Total	9	476	22	9	65	0	589
%	1.53%	80.81%	3.74%	1.53%	11.04%	0.00%	100.00%

Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Cl. Tres Cruces de Oro - Av. Grau					30		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45		65	1		9		1	76
10:45 - 11:00	1	70	3	2	9			85
11:00 - 11:15		60	8	2	12			82
11:15 - 11:30	1	45	3		6			55
11:30 - 11:45	2	43	4		7			56
11:45 - 12:00		48	4		9		2	63
12:00 - 12:15		55	3		10			68
12:15 - 12:30		52	4		10		2	68
Total	4	438	30	4	72		5	553
%	0.72%	79.20%	5.42%	0.72%	13.02%	0.00%	0.90%	100.00%


Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Av. Grau - Cl. Tres Cruces				Código	31		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	1	12	2	2	8			25
10:45 - 11:00	2	10	1	1	10			24
11:00 - 11:15		9			14			23
11:15 - 11:30		4			9			13
11:30 - 11:45		8	1	1	9			19
11:45 - 12:00		9	3		9			21
12:00 - 12:15		10			13			23
12:15 - 12:30		5			11		2	18
Total	3	67	7	4	83	0	2	166
%	1.81%	40.36%	4.22%	2.41%	50.00%	0.00%	1.20%	100.00%

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
Tesis:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Pte. Grau - Cl. Tres Cruces de Oro				Código	40		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45		17	1	2	2			22
10:45 - 11:00		24	1		3			28
11:00 - 11:15		11	2	2	3			18
11:15 - 11:30		18			2			20
11:30 - 11:45		4	2		2			8
11:45 - 12:00		7	3	2	1			13
12:00 - 12:15		10	1	1	3			15
12:15 - 12:30	1	10	1	1	2			15
Total	1	101	11	8	18			139
%	0.72%	72.66%	7.91%	5.76%	12.95%	0.00%	0.00%	100.00%


Ficha de Aforo Vehicular								
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL								
Tesis:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Pte Grau - Av. Grau				Código	41		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	1	61	2	2	2			68
10:45 - 11:00	1	90	9	11	2		2	115
11:00 - 11:15	4	91	9	10	2		3	119
11:15 - 11:30	1	101	7	6	1		1	117
11:30 - 11:45	1	102	8	9	2		3	125
11:45 - 12:00	2	86	3	5	2		3	101
12:00 - 12:15	5	102	10	7	3		1	128
12:15 - 12:30	3	97	8	3	1		1	113
Total	18	730	56	53	15		14	886
%	2.03%	82.39%	6.32%	5.98%	1.69%	0.00%	1.58%	100.00%


Ficha de Aforo Vehicular								
Tesis:	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL							
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes							
Intersección:	Av. Ejército				Código	E		
Día:	Sábado 13 de Octubre		10:30 am - 12:30 am					
Hora:	Motocicleta	Auto Movil	Camionetas Pick Up/SUV	Camionetas Rurales	Micro Bus	OmniBus	Camión	
								
10:30 - 10:45	0	20	0	2	0	0	0	22
10:45 - 11:00	0	19	2	3	0	0	0	24
11:00 - 11:15	0	23	1	1	0	0	1	26
11:15 - 11:30	0	13	2	1	0	0	1	17
11:30 - 11:45	0	23	2	1	0	0	0	26
11:45 - 12:00	1	14	2	0	0	0	1	18
12:00 - 12:15	0	29	0	2	0	0	1	32
12:15 - 12:30	2	14	2	0	0	0	0	18
Total	3	155	11	10	0	0	4	183
%	1.64%	84.70%	6.01%	5.46%	0.00%	0.00%	2.19%	100.00%

ANEXO C: AFOROS PEATONALES


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P1
Hora:	Sentidos			Total
	N - S ↓	S - N ↑		
10:30 - 10:45	29	50		79
10:45 - 11:00	32	50		82
11:00 - 11:15	45	28		73
11:15 - 11:30	50	15		65
11:30 - 11:45	60	30		90
11:45 - 12:00	55	50		105
12:00 - 12:15	65	45		110
12:15 - 12:30	77	66		143
Total	413	334		747




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P2
Hora:	Sentidos			Total
	→ O - E	E - O ←		
10:30 - 10:45	103	46		149
10:45 - 11:00	102	48		150
11:00 - 11:15	101	48		149
11:15 - 11:30	103	40		143
11:30 - 11:45	101	40		141
11:45 - 12:00	129	62		191
12:00 - 12:15	77	40		117
12:15 - 12:30	101	81		182
Total	817	405		1222


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P3
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	40	23		63
10:45 - 11:00	40	25		65
11:00 - 11:15	41	35		76
11:15 - 11:30	47	25		72
11:30 - 11:45	36	25		61
11:45 - 12:00	34	34		68
12:00 - 12:15	34	29		63
12:15 - 12:30	38	46		84
Total	310	242		552




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P4
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	156	126		282
10:45 - 11:00	134	127		261
11:00 - 11:15	106	110		216
11:15 - 11:30	128	99		227
11:30 - 11:45	101	102		203
11:45 - 12:00	108	127		235
12:00 - 12:15	11	146		157
12:15 - 12:30	146	93		239
Total	890	930		1820


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P2
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	222	160		382
10:45 - 11:00	189	157		346
11:00 - 11:15	199	169		368
11:15 - 11:30	231	156		387
11:30 - 11:45	223	169		392
11:45 - 12:00	235	178		413
12:00 - 12:15	225	150		375
12:15 - 12:30	250	196		446
Total	1774	1335		3109




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P7
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	136	126		204
10:45 - 11:00	142	98		209
11:00 - 11:15	130	101		189
11:15 - 11:30	97	110		171
11:30 - 11:45	83	121		173
11:45 - 12:00	72	77		145
12:00 - 12:15	118	92		208
12:15 - 12:30	117	99		213
Total	895	824		1512


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P7
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	136	126		262
10:45 - 11:00	142	98		240
11:00 - 11:15	130	101		231
11:15 - 11:30	97	110		207
11:30 - 11:45	83	121		204
11:45 - 12:00	72	77		149
12:00 - 12:15	118	92		210
12:15 - 12:30	117	99		216
Total	895	824		1719




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P8
Hora:	Sentidos			Total
	→ O - E	E - O ←		
10:30 - 10:45	56	59		115
10:45 - 11:00	63	54		117
11:00 - 11:15	51	68		119
11:15 - 11:30	47	67		114
11:30 - 11:45	52	58		110
11:45 - 12:00	61	76		137
12:00 - 12:15	66	92		158
12:15 - 12:30	57	68		125
Total	453	542		995


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P9
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	47	40		87
10:45 - 11:00	76	77		153
11:00 - 11:15	88	81		169
11:15 - 11:30	69	76		145
11:30 - 11:45	76	65		141
11:45 - 12:00	87	80		167
12:00 - 12:15	67	58		125
12:15 - 12:30	80	66		146
Total	590	543		1133




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P10
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S		S - N ↑	
10:30 - 10:45	108		122	230
10:45 - 11:00	112		140	252
11:00 - 11:15	131		160	291
11:15 - 11:30	122		135	257
11:30 - 11:45	120		113	233
11:45 - 12:00	125		127	252
12:00 - 12:15	109		123	232
12:15 - 12:30	115		89	204
Total	942		1009	1951


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P11
Hora:	Sentidos			Total
	→ O - E		E - O ←	
10:30 - 10:45	4		6	10
10:45 - 11:00	6		16	22
11:00 - 11:15	15		23	38
11:15 - 11:30	10		12	22
11:30 - 11:45	9		39	48
11:45 - 12:00	19		24	43
12:00 - 12:15	8		7	15
12:15 - 12:30	5		26	31
Total	76		153	229




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P13
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N		N - S ↓	
10:30 - 10:45	102		124	230
10:45 - 11:00	188		216	265
11:00 - 11:15	203		202	281
11:15 - 11:30	268		186	348
11:30 - 11:45	244		197	341
11:45 - 12:00	267		226	339
12:00 - 12:15	202		173	349
12:15 - 12:30	233		192	394
Total	1707		1516	2547


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P13
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N		N - S ↓	
10:30 - 10:45	102		124	226
10:45 - 11:00	188		216	404
11:00 - 11:15	203		202	405
11:15 - 11:30	268		186	454
11:30 - 11:45	244		197	441
11:45 - 12:00	267		226	493
12:00 - 12:15	202		173	375
12:15 - 12:30	233		192	425
Total	1707		1516	3223





Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P14
Hora:	Sentidos			Total
	← E - O	O - E →		
10:30 - 10:45	93	116		209
10:45 - 11:00	181	162		343
11:00 - 11:15	204	144		348
11:15 - 11:30	222	138		360
11:30 - 11:45	217	134		351
11:45 - 12:00	190	148		338
12:00 - 12:15	212	157		369
12:15 - 12:30	195	162		357
Total	1514	1161		2675


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P15
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	68	150		218
10:45 - 11:00	75	92		167
11:00 - 11:15	73	136		209
11:15 - 11:30	89	126		215
11:30 - 11:45	106	158		264
11:45 - 12:00	109	173		282
12:00 - 12:15	116	166		282
12:15 - 12:30	127	158		285
Total	763	1159		1922




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P16
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	138	146		284
10:45 - 11:00	198	176		374
11:00 - 11:15	172	159		331
11:15 - 11:30	247	172		419
11:30 - 11:45	185	196		381
11:45 - 12:00	196	152		348
12:00 - 12:15	210	155		365
12:15 - 12:30	209	145		354
Total	1555	1301		2856


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P17
Hora:	Sentidos			Total
	→ O - E	E - O ←		
10:30 - 10:45	66	150		216
10:45 - 11:00	60	92		152
11:00 - 11:15	76	108		184
11:15 - 11:30	69	150		219
11:30 - 11:45	90	157		247
11:45 - 12:00	94	115		209
12:00 - 12:15	88	104		192
12:15 - 12:30	114	169		283
Total	657	1045		1702

Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P18
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	366	258		624
10:45 - 11:00	376	259		635
11:00 - 11:15	366	263		629
11:15 - 11:30	382	241		623
11:30 - 11:45	368	258		626
11:45 - 12:00	345	254		599
12:00 - 12:15	370	284		654
12:15 - 12:30	362	274		636
Total	2935	2091		5026


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P19
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	257	156		413
10:45 - 11:00	302	189		491
11:00 - 11:15	240	170		410
11:15 - 11:30	322	217		539
11:30 - 11:45	193	173		366
11:45 - 12:00	322	236		558
12:00 - 12:15	327	238		565
12:15 - 12:30	313	198		511
Total	2276	1577		3853




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P20
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N		N - S ↓	
10:30 - 10:45	77		98	175
10:45 - 11:00	105		128	233
11:00 - 11:15	84		94	178
11:15 - 11:30	109		83	192
11:30 - 11:45	92		71	163
11:45 - 12:00	76		63	139
12:00 - 12:15	75		68	143
12:15 - 12:30	146		79	225
Total	764		684	1448


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P21
Hora:	Sentidos			Total
	← E - O		O - E →	
10:30 - 10:45	102		84	186
10:45 - 11:00	116		70	186
11:00 - 11:15	118		129	247
11:15 - 11:30	132		107	239
11:30 - 11:45	128		71	199
11:45 - 12:00	114		141	255
12:00 - 12:15	111		143	254
12:15 - 12:30	103		101	204
Total	924		846	1770




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P22
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	199	115		314
10:45 - 11:00	185	91		276
11:00 - 11:15	171	98		269
11:15 - 11:30	157	97		254
11:30 - 11:45	163	81		244
11:45 - 12:00	175	87		262
12:00 - 12:15	140	89		229
12:15 - 12:30	186	107		293
Total	1376	765		2141


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P23
Hora:	Sentidos			Total
	← E - O	O - E →		
10:30 - 10:45	118	98		216
10:45 - 11:00	104	95		199
11:00 - 11:15	109	95		204
11:15 - 11:30	115	103		218
11:30 - 11:45	78	156		234
11:45 - 12:00	71	130		201
12:00 - 12:15	94	144		238
12:15 - 12:30	92	148		240
Total	781	969		1750




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P24
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	375	142		517
10:45 - 11:00	358	168		526
11:00 - 11:15	287	136		423
11:15 - 11:30	261	159		420
11:30 - 11:45	298	145		443
11:45 - 12:00	318	123		441
12:00 - 12:15	298	136		434
12:15 - 12:30	355	163		518
Total	2550	1172		3722


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P25
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↑		
10:30 - 10:45	210	148		358
10:45 - 11:00	212	158		370
11:00 - 11:15	289	168		457
11:15 - 11:30	245	168		413
11:30 - 11:45	231	195		426
11:45 - 12:00	235	167		402
12:00 - 12:15	264	187		451
12:15 - 12:30	238	220		458
Total	1924	1411		3335




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P26
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	68	32		100
10:45 - 11:00	66	52		118
11:00 - 11:15	101	57		158
11:15 - 11:30	117	60		177
11:30 - 11:45	85	45		130
11:45 - 12:00	73	49		122
12:00 - 12:15	75	48		123
12:15 - 12:30	57	46		103
Total	642	389		1031


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P27
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	153	142		295
10:45 - 11:00	135	153		288
11:00 - 11:15	111	127		238
11:15 - 11:30	119	148		267
11:30 - 11:45	124	136		260
11:45 - 12:00	118	137		255
12:00 - 12:15	122	162		284
12:15 - 12:30	112	189		301
Total	994	1194		2188




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P28
Hora:	Sentidos			Total
	← E - O	O - E →		
10:30 - 10:45	67	74		141
10:45 - 11:00	71	82		153
11:00 - 11:15	82	58		140
11:15 - 11:30	66	72		138
11:30 - 11:45	95	54		149
11:45 - 12:00	88	67		155
12:00 - 12:15	67	82		149
12:15 - 12:30	66	79		145
Total	602	568		1170


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P29
Hora:	Sentidos			Total
	→ O - E	E - O ←		
10:30 - 10:45	40	51		91
10:45 - 11:00	37	54		91
11:00 - 11:15	72	67		139
11:15 - 11:30	52	69		121
11:30 - 11:45	50	60		110
11:45 - 12:00	41	39		80
12:00 - 12:15	75	71		146
12:15 - 12:30	92	85		177
Total	459	496		955




Ficha de Aforo Peatonal			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	P30
Hora:	Sentidos		Total
	↑ S - N	N - S ↓	
10:30 - 10:45	98	63	161
10:45 - 11:00	95	61	156
11:00 - 11:15	115	62	177
11:15 - 11:30	134	89	223
11:30 - 11:45	119	68	187
11:45 - 12:00	103	72	175
12:00 - 12:15	133	84	217
12:15 - 12:30	158	80	238
Total	955	579	1534


Ficha de Aforo Peatonal			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código P31
Hora:	Sentidos		Total
	↓ N - S	S - N ↑	
10:30 - 10:45	148	161	309
10:45 - 11:00	152	148	300
11:00 - 11:15	115	105	220
11:15 - 11:30	65	97	162
11:30 - 11:45	80	75	155
11:45 - 12:00	99	105	204
12:00 - 12:15	80	91	171
12:15 - 12:30	80	105	185
Total	819	887	1706




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P32
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	12	21		33
10:45 - 11:00	12	10		22
11:00 - 11:15	18	13		31
11:15 - 11:30	16	14		30
11:30 - 11:45	18	24		42
11:45 - 12:00	23	16		39
12:00 - 12:15	21	23		44
12:15 - 12:30	11	15		26
Total	131	136		267


Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P33
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	90	53		143
10:45 - 11:00	64	61		125
11:00 - 11:15	69	44		113
11:15 - 11:30	58	67		125
11:30 - 11:45	65	50		115
11:45 - 12:00	99	41		140
12:00 - 12:15	83	71		154
12:15 - 12:30	97	58		155
Total	625	445		1070




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P34
Hora:	Sentidos			Total
	↑ S - N	N - S ↓		
10:30 - 10:45	102	108		210
10:45 - 11:00	107	95		202
11:00 - 11:15	101	90		191
11:15 - 11:30	92	90		182
11:30 - 11:45	60	67		127
11:45 - 12:00	83	69		152
12:00 - 12:15	93	109		202
12:15 - 12:30	98	102		200
Total	736	730		1466




Ficha de Aforo Peatonal				
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL		
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes			
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código	P35
Hora:	Sentidos			Total
	↓ N - S	S - N ↓		
10:30 - 10:45	47	50		97
10:45 - 11:00	56	67		123
11:00 - 11:15	39	76		115
11:15 - 11:30	54	64		118
11:30 - 11:45	43	65		108
11:45 - 12:00	63	50		113
12:00 - 12:15	45	94		139
12:15 - 12:30	77	93		170
Total	424	559		983



Ficha de Aforo Peatonal			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código P36
Hora:	Sentidos		Total
	↓ N - S	S - N ↑	
10:30 - 10:45	16	5	21
10:45 - 11:00	20	5	25
11:00 - 11:15	18	4	22
11:15 - 11:30	23	7	30
11:30 - 11:45	19	7	26
11:45 - 12:00	18	8	26
12:00 - 12:15	15	5	20
12:15 - 12:30	14	0	14
Total	143	41	184

Ficha de Aforo Peatonal			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	Código P37
Hora:	Sentidos		Total
	→ O - E	E - O ←	
10:30 - 10:45	39	18	57
10:45 - 11:00	37	13	50
11:00 - 11:15	47	25	72
11:15 - 11:30	48	18	66
11:30 - 11:45	41	51	92
11:45 - 12:00	26	18	44
12:00 - 12:15	36	21	57
12:15 - 12:30	50	19	69
Total	324	183	507



Ficha de Aforo Peatonal			
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Día:	Sábado 20 de Octubre	10:30 am - 12:30 am	P38
Hora:	Sentidos		Total
	 O - E	E - O 	
10:30 - 10:45	84	80	164
10:45 - 11:00	77	65	142
11:00 - 11:15	45	45	90
11:15 - 11:30	82	65	147
11:30 - 11:45	60	72	132
11:45 - 12:00	82	59	141
12:00 - 12:15	70	80	150
12:15 - 12:30	76	73	149
Total	576	539	1115



ANEXO D: CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN POR LONGITUD DE COLAS

Cálculo de la Varianza – Desviación Estándar de las Longitudes de Colas


$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

Donde:


- S^2 = Varianza
- S = Desviación Estándar
- X_i = $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, Conjunto de Datos
- N = Número de Datos
- \bar{X} = Media

Longitudes de Colas – Pte.Grau

Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
	Ubicación de la Cola		Puente Grau
Corridas	Vissim		Campo
	Longitud de Cola		Longitud de Cola
1	61.34		58
2	59.87		58
3	59.97		58
4	59.99		58
5	64.06		58
6	60.95		58
7	59.83		58
8	60.75		55
9	60.56		61
10	59.99		58


Medidas	Vissim	Campo	% de variación
Media	60.73	58.00	2.73
Desviación	1.28	1.41	0.13
Rango	4.23	6	
Mínimo	59.83	55	
Máximo	64.06	61	

Longitudes de Colas – Av. Regional

Longitud de Colas		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Ubicación de la Cola		Av. Regional
Corridas	Vissim	Campo
	Longitud de Cola	Longitud de Cola
1	44.74	42
2	44.73	45
3	42.56	40
4	44.73	40
5	44.72	42
6	43.61	45
7	44.73	42
8	44.75	45

Medidas	Vissim	Campo	% de variación
Media	44.32	42.63	1.70
Desviación	0.81	2.13	1.32
Rango	2.19	5	
Mínimo	42.56	40	
Máximo	44.75	45	

Longitudes de Colas – Av.Grau

Longitud de Colas		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Ubicación de la Cola		Av. Grau
Corridas	Vissim	Campo
	Longitud de Cola	Longitud de Cola
1	75.47	68
2	75.4	66
3	75.47	74
4	75.46	68
5	75.39	74
6	75.45	68
7	75.46	71
8	75.38	68
9	75.44	68
10	75.35	68


Medidas	Vissim	Campo	% de variación
Media	75.43	69.30	6.13
Desviación	0.04	2.75	2.71
Rango	0.12	8	
Mínimo	75.35	66	
Máximo	75.47	74	

Longitudes de Colas – Belen

Longitud de Colas		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Ubicación de la Cola		Belen Av. Sol
Corridas	Vissim	Campo
	Longitud de Cola	Longitud de Cola
1	90.76	85
2	90.72	88
3	90.66	83
4	90.71	85
5	90.73	82
6	90.7	85
7	90.69	88
8	90.74	82
9	90.74	85
10	88.57	85


Medidas	Vissim	Campo	% de variación
Media	90.50	84.80	5.70
Desviación	0.68	2.10	1.42
Rango	2.19	6	
Mínimo	88.57	82	
Máximo	90.76	88	

Longitudes de Colas – Pte. Belen

Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Ubicación de la Cola	Belen Puente		
Corridas	Vissim	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	102.93	96	
2	103.01	93	
3	103.02	92	
4	102.99	95	
5	103.01	98	
6	103.01	102	
7	103.02	96	
8	102.99	95	
9	102.98	101	
10	103.02	92	

Medidas	Vissim	Campo	% de variacion
Media	103.00	96.00	7.00
Desviación	0.03	3.46	3.44
Rango	0.09	10	
Mínimo	102.93	92	
Máximo	103.02	102	

Longitudes de Colas – Monjaspata

Longitud de Colas		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Ubicación de la Cola		Monjaspata
Corridas	Vissim	Campo
	Longitud de Cola	Longitud de Cola
1	65.14	59
2	60.25	58
3	60.25	58
4	59.7	61
5	67.4	60
6	67.81	61
7	60.27	63
8	67.87	59
9	59.57	57
10	59.72	63

Medidas	Vissim	Campo	% de variacion
Media	62.80	59.90	2.90
Desviación	3.75	2.08	1.67
Rango	8.3	6	
Mínimo	59.57	57	
Máximo	67.87	63	

Longitudes de Colas – Calle Nueva

Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL	
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes		
Ubicación de la Cola	Calle Nueva		
Corridas	Vissim		Campo
	Longitud de Cola		Longitud de Cola
1	29.34		32
2	21.19		30
3	44.35		36
4	43.28		27
5	29.38		47
6	34.64		22
7	20.4		21
8	44.58		23
9	29.14		21
10	29.58		21

Medidas	Vissim	Campo	% de variacion
Media	32.59	28.00	4.59
Desviación	8.95	8.52	0.43
Rango	24.18	26	
Mínimo	20.4	21	
Máximo	44.58	47	

Longitudes de Colas – General Buendia

Longitud de Colas		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Ubicación de la Cola		General Buendia
Corridas	Vissim	Campo
	Longitud de Cola	Longitud de Cola
1	56.61	68
2	49.19	71
3	71.77	71
4	39.19	83
5	63.67	83
6	43.99	74
7	45.12	71
8	67.77	83
9	49.96	68

Medidas	Vissim	Campo	% de variacion
Media	54.14	74.67	20.53
Desviación	11.42	6.50	4.92
Rango	32.58	15	
Mínimo	39.19	68	
Máximo	71.77	83	

Longitudes de Colas – Cascaparo- Mercado

Longitud de Colas		
Tesis:		EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN EL EJE VIAL DE LAS CALLES TRES CRUCES DE ORO Y CASCAPARO DE LA CIUDAD DEL CUSCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y MICROSIMULACIÓN VIRTUAL
Tesista:	Marco Rodrigo Sánchez Paredes	
Ubicación de la Cola		Cascaparo - Mercado
Corridas	Vissim	Campo
	Longitud de Cola	Longitud de Cola
1	97.37	78
2	114.53	75
3	112.33	78
4	111.96	78
5	106.66	75
6	109.9	78
7	93.95	75
8	108.83	75
9	103.7	78
10	91.83	75

Medidas	Vissim	Campo	% de variación
Media	108.79	76.50	32.29
Desviación	6.19	1.58	4.61
Rango	22.7	3	
Mínimo	91.83	75	
Máximo	114.53	78	



ANEXO E - MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema general</p> <p>P.G: ¿Cómo es el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>P.E.1:¿Cómo es el diseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?</p> <p>P.E.2:¿Cuál es la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>O.G: Evaluar el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación</p> <p>Objetivo Específicos</p> <p>O.E.1: Verificar el diseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación</p> <p>O.E.2: Determinar la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H.G: El nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco se verá optimizado proponiendo nuevos elementos geométricos, de calmado de tránsito y sistemas de control.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>H.E.1: Con el rediseño geométrico en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco, obtendremos una adecuada circulación vehicular.</p> <p>H.E.2: Con la reordenación de la circulación vehicular mejoraremos la capacidad vehicular en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>-Nivel de Servicio</p> <p>Variable independiente</p> <p>-Demanda Vehicular y Peatonal</p> <p>-Capacidad Vehicular y Peatonal</p> <p>-Diseño Geométrico</p> <p>-Sistemas de Control</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de demora • Niveles de servicio A,B,C,D,E,F • Flujo Vehicular • Flujo Peatonal • Volumen Vehicular • Altura de vereda • Ancho de vereda • Número de carriles • Ancho promedio de carriles • Estacionamientos • Bombeo • Longitud del ciclo semaforico • Intervalo cambio y despeje • Tiempo verde • Periodo de análisis 	<p>Nivel de la investigación</p> <p>Experimental</p> <p>Enfoque de la investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Metodo de Investigacion</p> <p>HCM (Highway Capacity Manual)</p>



<p>P.E.3:¿Cómo es el flujo vehicular y peatonal en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?</p>	<p>O.E.3: Analizar el flujo vehicular y peatonal en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación .</p>	<p>H.E.3: Con el reordenamiento del flujo vehicular y peatonal se tendrá una mejor continuidad en el tránsito en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.</p>			
<p>P.E.4:¿Cómo son los sistemas de control en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco utilizando la metodología del HCM 2010 y microsimulación virtual?</p>	<p>O.E.4: Evaluar los sistemas de control en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mediante una modelación</p>	<p>H.E.4: Con la optimización de los sistemas de control se tendrá una mejor movilidad en el tránsito en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.</p>			
<p>P.R.5: ¿Cómo es el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco después de haber aplicado las propuestas de mejora?</p>	<p>O.E.5: Comparar los niveles de servicio obtenidos con cada una de las propuestas de en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco.</p>	<p>H.E.5: Aplicando las distintas propuestas de mejora, el nivel de servicio en el eje vial de las calles Tres Cruces de Oro y Cascaparo de la Ciudad del Cusco mejorará.</p>			