



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV.  
“CUSCO” Y DE LA AV. “TOMÁS TUYRO TUPAC” EN EL  
DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO**

---

Presentado por: Bach. David Ricardo Salazar  
Unda.

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Asesor: Mg. Miguel Alfredo Flores Dueñas.

CUSCO – PERÚ

2019



## DEDICATORIA

Con amor y cariño:

A mis padres, Francisca y Vidal, por los valores inculcados y el respaldo incondicional que siempre me han brindado en cada etapa de la vida.

A mis docentes, quienes son los principales artífices de mi formación profesional y ética.

A mis hermanos Rocío, Carlos y César, por las recomendaciones y el apoyo incondicional que tienen para mí.

A Pamela, por el afecto detonante de mi esfuerzo.

A mis amigos, por las experiencias, las alegrías y el impulso otorgado siempre.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme salud, perseverancia, paciencia y determinación para alcanzar mis objetivos profesionales.

A esta casa de estudios, Universidad Andina del Cusco, por acogerme y permitirme formar profesionalmente.

A mi asesor Mg. Ing. Miguel Alfredo Flores Dueñas, por su tiempo, paciencia, conocimientos y experiencias compartidas, para darle forma y culminar con esta investigación.

De manera muy especial para Elena, por la amabilidad de brindarme todas las facilidades para el levantamiento de los datos vehiculares preliminares, datos imprescindibles para la investigación.

De manera muy especial también, para los alumnos del Curso de Ingeniería del Transporte III del ciclo académico 2018-I de la Escuela Profesional de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, por la importante colaboración en la colecta de datos.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, por su labor académica, que ayudaron de alguna manera en esta investigación.



## RESUMEN

El distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco tiene dos avenidas importantes que son, la Av. Cusco y la Av. Tomás Tuyro Tupac, que sirven de nexo para el flujo de vehículos livianos y vehículos pesados, comunicando diferentes distritos de la ciudad, a raíz de que la Vía Expresa no se encuentra en óptimas condiciones para su funcionamiento. Los vehículos pesados generan interrupciones en el tránsito normal durante su recorrido a través de las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas. Por lo que, la presente investigación tiene como fin optimizar los niveles de servicio de la Av. Cusco y de la Av. Tomás Tuyro Tupac evaluando el diseño geométrico y el flujo vehicular de estas avenidas, además de la tipología y configuración de sus intersecciones.

Las avenidas sujetas a estudio tienen diseños geométricos y comportamientos distintos, por lo que se utilizó el HCM2010, del cual, se aplicaron las metodologías de Carretera de Dos Carriles Clase III, Intersecciones Semaforizadas, Intersecciones No Semaforizadas (con dos señales de PARE) y Segmentos Urbanos para la determinación de los niveles de servicio.

Considerando la evaluación del escenario con propuesta, se concluyó, finalmente, que efectivamente se mejoran los niveles de servicio. En el tramo de carretera de dos carriles clase III el porcentaje de velocidad de flujo libre mejoró en 3.2% para el sentido O-E con un nivel de servicio E. Por otro lado, en las intersecciones semaforizadas, el nivel de servicio de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac mejoró de F a B, reduciéndose la demora en 79.4%. Así mismo, en las intersecciones no semaforizadas, el nivel de servicio de la intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal mejoró de F a B, reduciéndose la demora en 81.7%. Y, por último, en los segmentos urbanos, el nivel de servicio del segmento I de la Av. Cusco en sentido O-E mejoró de F a D, incrementándose el porcentaje de velocidad base de flujo libre en 166.7%.

Por lo expuesto anteriormente, se recomienda la optimización del diseño geométrico de la infraestructura vial, como se contempla en la propuesta de mejora, así mismo, la implementación de sistemas de transporte masivo que disminuirán la demanda vehicular para las infraestructuras y finalmente, se recomienda concluir con la ejecución del sistema de transporte inteligente que permitirá la gestión del transporte en tiempo real de manera automatizada y la creación de una base de datos que servirá para estudios futuros.

**Palabras Clave:** Diseño Geométrico, Intersecciones, Segmentos Urbanos y Niveles de Servicio.



## ABSTRACT

The district of San Sebastián of the city of Cusco has two important avenues that are, the avenue Cusco and the avenue Tomás Tuyro Tupac, which serve as a link for the flow of light vehicles and heavy vehicles, communicating different districts of the city, as a result of which the Vía Expresa is not in optimal conditions for its operation. Heavy vehicles generate disruptions in normal traffic during their journey through traffic light and non-traffic light intersections. Therefore, this research aims to optimize the service levels of avenue Cusco and avenue Tomás Tuyro Tupac evaluating the geometric design and vehicular flow of these avenues, in addition to the typology and configuration of their intersections.

The avenues subject to study have different geometric designs and behaviors, so the HCM2010 was used, of which the methodologies of Two-lane Road Class III, Signalized Intersections, Two Way Stop Controlled Intersections (with two PARE controls) and Urban Segments were applied for the determination of service levels.

Considering the evaluation of the scenario with a proposal, it was finally concluded that service levels are effectively improved. In the two-lane class III road segment, the percentage of free flow velocity improved by 3.2% for the W-E direction with a service level E. On the other hand, at traffic light intersections, the service level of the intersection of the Cusco avenue - Tomás Tuyro Tupac avenue improved from F to B, reducing the delay by 79.4%. Likewise, in the non-traffic light intersections, the service level of the intersection of Cusco avenue – Alemania Federal Street improved from F to B, reducing the delay by 81.7%. And, finally, in the urban segments, the level of service of segment I of Cusco avenue in the W-E direction improved from F to D, increasing the percentage of free flow base speed by 166.7%.

Respect for the above, the optimization of the geometric design of the road infrastructure is recommended, as contemplated in the proposal for improvement, as well as the implementation of mass transport systems that will decrease the vehicle demand for infrastructure and finally, it is recommended finish with the execution of the intelligent transport system that will allow real-time transport management in an automated way and the creation of a database that will be used for future studies.

**Keywords:** Geometric Design, Intersections, Urban Segments and Service Level of Service.



## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la ciudad del Cusco presenta gran crecimiento socioeconómico, lo que trae consigo la necesidad de contar con un sistema vial óptimo, sobre todo en las vías de acceso principales como lo son la Av. Cusco y la Av. Tomas Tuyro Tupac en el distrito de San Sebastián. Estas avenidas, son vías urbanas abordadas por gran número de vehículos livianos y considerable número de vehículos pesados, que generalmente ingresan y salen de la ciudad transportando pasajeros y carga. En su recorrido los vehículos entran en conflicto con paraderos y estacionamientos ubicados inadecuadamente, y lo que significa la inoperatividad de la Vía expresa. Por lo que, es de gran importancia la evaluación de los niveles de servicio para tomar conocimiento de la calidad de funcionamiento de estas avenidas y garantizar su optimización para conseguir un deseado desarrollo socio-económico de la ciudad del Cusco.

La presente investigación se realizó a lo largo de la Av. Cusco y la Av. Tomas Tuyro Tupac incluyendo sus intersecciones con la Av. De la cultura y la Vía expresa y a las más importantes de sus intersecciones no semaforizadas, tomando en cuenta el diseño de la infraestructura vial, el modo de operación del tránsito, los vehículos en movimiento, los peatones, las velocidades, los tipos de intersecciones, los intervalos semafóricos, etc.

En nuestro país no hay ningún manual referido a los objetivos que queremos alcanzar como es el determinar los niveles de servicio en base a parámetros del tránsito, por lo que, la metodología utilizada es la del HCM2010, que es una publicación que hizo el National Research Council en Estados Unidos, por medio de la Transportation Research Board (TRB), el cual provee técnicas para determinar los niveles de servicio en carreteras, intersecciones y segmentos urbanos.

Dentro de esta investigación tenemos el Capítulo del Planteamiento del Problema, donde tratamos el problema, su justificación y la importancia de la investigación, así mismo, tenemos el Capítulo del Marco Teórico, que está provisto de conceptos necesarios y fundamentales, de la misma manera, tenemos el Capítulo de la Metodología, donde se evidencia la metodología de investigación, la recolección de datos y sus procesamientos, también tenemos, el Capítulo de Resultados, que principalmente muestra los resultados obtenidos en la investigación, continuamos con el Capítulo de la Discusión, donde se realiza el contraste de los resultados, finalmente tenemos el glosario, con términos clave, las conclusiones, las recomendaciones, las referencias y los anexos.



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN .....	vi
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	41
1.1    Identificación del Problema.....	41
1.1.1    Descripción del Problema .....	41
1.1.2    Formulación Interrogativa del Problema.....	53
1.2    Justificación e Importancia de la Investigación .....	53
1.2.1    Justificación Técnica .....	53
1.2.2    Justificación Social.....	54
1.2.3    Justificación por Viabilidad .....	54
1.2.4    Justificación por Relevancia.....	55
1.3    Limitaciones de la Investigación .....	55
1.4    Objetivos de la Investigación .....	56
1.4.1    Objetivo General .....	56
1.4.2    Objetivos Específicos .....	56
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	57
2.1    Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual .....	57
2.1.1    Antecedentes a Nivel Nacional .....	57
2.1.2    Antecedentes a Nivel Internacional.....	61
2.2    Aspectos Teóricos Pertinentes.....	63
2.2.1    Sistema de Transporte .....	63
2.2.2    Clasificación de la Infraestructura Vial.....	75
2.2.3    Dispositivos de Control.....	100
2.2.4    Volumen de Tránsito .....	116
2.2.5    Estudios de Volumen de Tránsito .....	119
2.2.6    Análisis del Flujo vehicular o Tasa de Flujo.....	121
2.2.7    Velocidad Vehicular.....	128
2.2.8    Estudio de Velocidad .....	131
2.2.9    Relaciones Fundamentales .....	132
2.2.10    Tiempo de Viaje, Demoras y Colas .....	139



2.2.11	Capacidad .....	143
2.2.12	Calidad de Servicio .....	145
2.2.13	Nivel de Servicio (NDS) .....	145
2.2.14	Conceptos Básicos Según el HCM 2010 (TBR, 2010) .....	154
2.2.15	Highway Capacity Manual 2010.....	180
2.2.16	Semaforización.....	186
2.3	Hipótesis.....	197
2.3.1	Hipótesis General .....	197
2.3.2	Sub Hipótesis.....	197
2.4	Definición de Variables.....	198
2.4.1	Variables Independientes .....	198
2.4.2	Variables Dependientes.....	199
2.4.3	Cuadro de Operacionalización de Variables (siguiente pág.) .....	201
CAPITULO III: METODOLOGÍA .....		203
3.1	Metodología de la Investigación .....	203
3.1.1	Enfoque de la Investigación .....	203
3.1.2	Nivel o Alcance de la Investigación.....	203
3.1.3	Método de Investigación .....	203
3.2	Diseño de la Investigación .....	204
3.2.1	Diseño Metodológico .....	204
3.2.2	Diseño de Ingeniería.....	205
3.3	Población y Muestra.....	206
3.3.1	Población.....	206
3.3.2	Muestra.....	208
3.3.3	Criterios de Inclusión .....	211
3.4	Instrumentos .....	212
3.4.1	Instrumentos Metodológicos de Recolección de Datos .....	212
3.4.2	Instrumentos de Ingeniería .....	215
3.5	Procedimientos de Recolección de Datos .....	216
3.5.1	Aforo Vehicular.....	216
3.5.2	Aforo Peatonal.....	223
3.5.3	Levantamiento de Datos Geométricos y Datos del Dispositivo de Control.....	227
3.5.4	Registro de Placas .....	239
3.6	Procedimientos de Análisis de Datos .....	241
3.6.1	Determinación de la Velocidad de Flujo libre .....	241





3.6.2 Procesamiento del Aforo Vehicular ..... 245

3.6.3 Determinación del Nivel de Servicio de Carreteras de Dos Carriles ..... 252

3.6.4 Determinación del Nivel de Servicio de Intersecciones Semaforzadas ..... 259

3.6.5 Determinación del Nivel de Servicio de Intersecciones No Semaforzadas .... 289

3.6.6 Determinación del Nivel de Servicio de Segmentos Urbanos ..... 318

CAPITULO IV: RESULTADOS ..... 351

4.1 Velocidad de Flujo Libre..... 351

4.2 Aforo Vehicular..... 351

4.3 Diseño Geométrico de la Infraestructura Vial..... 351

4.3.1 Diseño Geométrico del Tramo de Carretera de Dos Carriles Clase III de la Av. Cusco ..... 351

4.3.2 Diseño Geométrico de las Intersecciones de la Av. Cusco y de la Av. Tomás Tuyro Tupac ..... 352

4.3.3 Diseño Geométrico de los Segmentos Urbanos de la Av. Cusco y Av. Tomás Tuyro Tupac ..... 353

4.4 Tipología y Configuración de las Intersecciones ..... 353

4.5 Niveles de Servicio..... 354

4.5.1 Nivel de Servicio del Tramo de Carretera de Clase III de la Av. Cusco. .... 354

4.5.2 Niveles de servicio de las Intersecciones Semaforzadas de la Av. Cusco y la Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 355

4.5.3 Niveles de servicio de las Intersecciones No Semaforzadas de la Av. Cusco y la Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 355

4.5.4 Niveles de Servicio de la Av. Cusco ..... 355

4.5.5 Niveles de Servicio de la Av. Tomás Tuyro Tupac ..... 356

4.6 Escenario Proyectado sin Propuesta de Solución..... 357

4.6.1 Aforo Vehicular Proyectado sin Propuesta de Solución ..... 357

4.6.2 Niveles de Servicio del Escenario Proyectado Sin Propuesta de Solución..... 357

4.7 Escenario de la Propuesta de Mejora ..... 360

4.7.1 Propuesta de Mejora..... 360

4.7.2 Tipología y Configuración de las Intersecciones ..... 368

4.7.3 Niveles de Servicio del Escenario Proyectado con Propuesta de Solución .... 368

4.8 Contraste de Escenarios..... 371

4.8.1 Contraste de Conflictos Según la Tipología y Configuración de las Intersecciones ..... 371

4.8.2 Contraste de Parámetros de los Niveles de Servicio del Tramo de Carretera de Clase III de la Av. Cusco ..... 372



4.8.3	Contraste de Parámetros de Niveles de Servicio de las Intersecciones Semaforizadas .....	373
4.8.4	Contraste de Parámetros de Niveles de Servicio de las Intersecciones No Semaforizadas .....	375
4.8.5	Contraste de Parámetros de Niveles de Servicio de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vías Expresa .....	377
4.8.6	Contraste de Parámetros de Niveles de Servicio del Acceso Norte la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.....	381
4.8.7	Contraste de Capacidad de las Intersecciones Optimizadas en su Diseño Geométrico .....	383
4.8.8	Contraste de Parámetros de Niveles de Servicio de la Av. Cusco .....	384
4.8.9	Contraste Niveles de Servicio de la Av. Tomás Tuyro Tupac .....	387
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....		390
GLOSARIO.....		399
CONCLUSIONES .....		401
RECOMENDACIONES .....		415
REFERENCIAS .....		418
ANEXOS .....		421



## Índice de Figuras

Figura 1.	Ubicación Geográfica del Distrito de San Sebastián de la Región del Cusco. ....	41
Figura 2.	Ciudad del Cusco, Distrito de San Sebastián, Av. Tomas Tuyro Tupac (línea amarilla) y Av. Cusco (línea verde). ....	42
Figura 3.	Tramo inicial de la Av. Cusco (Disposición de Carretera de Dos Carriles) en Color Naranja, Av. Cusco en Color Verde, Av. Tomás Tuyro Tupac en Color Amarillo y las Intersecciones en Ambas Avenidas en Color Rojo.....	43
Figura 4.	Tipo de Tránsito en Planta Vial y Nodos de Articulación en Conflicto. ....	44
Figura 5.	Intersección Av. Cusco - Calle Diego de Almagro, Movimientos Permitidos.....	45
Figura 6.	Tramo I de la Av. Cusco (Comportamiento de carretera de dos carriles). ....	46
Figura 7.	Intersección semaforizada Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac, movimientos permitidos.....	47
Figura 8.	Tramo II de la Av. Cusco, intersecciones no semaforizadas (azul), en rojo la intersección semaforizada (Av. Cusco – Av. Tomas Tuyro Tupac). ....	48
Figura 9.	Tramo III de la Av. Cusco (línea naranja), Intersección de la Av. Cusco con la Ca. Alemania Federal y la intersección con la Av. De la cultura en rojo, y las Intersecciones No Semaforizadas en Azul. ....	49
Figura 10.	Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura, Movimientos Permitidos.....	50
Figura 11.	Tramo inicial Av. Tomás Tuyro Tupac, Intersección Av. De la cultura y la Av. Tomás Tuyro Tupac. ....	51
Figura 12.	Centro Comercial Tottus y la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac con la Av. Cusco. ....	51
Figura 13.	Puente carrozable tipo loza en la Av. Tomás Tuyro Tupac.....	52
Figura 14.	Tramo final (línea naranja) y las intersecciones de interés en la Av. Tomás Tuyro Tupac y la intersección con la Av. Cusco (rojo). ....	52
Figura 15.	Intersección de la Av. Tomas Tuyro Tupac en el puente y la intersección con la Vía Expresa. ....	53
Figura 16.	Sistema de Transporte.....	64
Figura 17.	Modos de Transporte. ....	65
Figura 18.	Vehículos M1.....	71
Figura 19.	Vehículos M2.....	71
Figura 20.	Vehículos M3.....	71
Figura 21.	Vehículos N1. ....	72
Figura 22.	Vehículos N2. ....	72
Figura 23.	Vehículos N2. ....	72
Figura 24.	Sistema Hub-and-spoke. ....	75



Figura 25. Clasificación Funcional de un Sistema de Vial ..... 76

Figura 26. Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano..... 80

Figura 27. Jerarquía de la Infraestructura Vial..... 80

Figura 28. Estacionamiento en Paralelo con Dimensiones Referenciales..... 84

Figura 29. Estacionamiento a 30° de la Calle con Dimensiones Referenciales..... 84

Figura 30. Estacionamiento a 45° de la Calle con Dimensiones Referenciales..... 85

Figura 31. Estacionamiento a 60° de la Calle con Dimensiones Referenciales..... 85

Figura 32. Estacionamiento a 90° de la Calle con Dimensiones Referenciales..... 85

Figura 33. Estacionamiento Paralelo Fuera de la Calle..... 88

Figura 34. Estacionamiento a 45° Fuera de la Calle. .... 88

Figura 35. Estacionamiento a 90° y 45° o 30° Fuera de la Calle con Dimensiones de Referencia..... 89

Figura 36. Parada de Bus Dentro de la Vía. .... 92

Figura 37. Parada de Bus Fuera de la Vía. .... 92

Figura 38. Zonas Funcionales de una Acera. .... 94

Figura 39. Paso Peatonal en una Intersección. .... 96

Figura 40. Intersección y enlace..... 97

Figura 41. Movimientos y Conflictos Peatonales en una Intersección a Nivel Típica ..... 98

Figura 42. Intersección a Desnivel..... 100

Figura 43. Demarcación en el Pavimento en una Intersección a Nivel..... 106

Figura 44. Demarcación de Líneas de Pare en una Intersección a Nivel..... 106

Figura 45. Demarcación de Líneas de Cruce Peatonal en una Intersección a Nivel..... 107

Figura 46. Demarcación en Espacios para Estacionamiento con Dimensiones..... 107

Figura 47. Demarcación en Espacios para Estacionamiento con Dimensiones..... 108

Figura 48. Tacha Retrorreflectiva - Ojo de Gato..... 109

Figura 49. Señales de Delineador de Curva Horizontal “CHEVRON”. .... 109

Figura 50. Disposición de Colores (Intervalos) de las Luces de un Semáforo. .... 110

Figura 51. Soporte de Semáforo Tipo Poste..... 111

Figura 52. Soporte de Semáforo Tipo Ménsula. .... 111

Figura 53. Configuración de la Cabeza de Semáforos..... 112

Figura 54. Visera de Semáforo..... 113

Figura 55. Tipo de Unidad de Control de Semáforo. .... 114

Figura 56. Aumento en la densidad del tráfico durante la madrugada..... 126

Figura 57. Relación Velocidad-Densidad del Tránsito ..... 133

Figura 58. Relación Flujo-Densidad del Tránsito. .... 134



Figura 59. Pendientes que Representan Velocidades..... 136

Figura 60. Relación Velocidad-Flujo. .... 137

Figura 61. Condiciones de tráfico estables e inestables. .... 138

Figura 62. Diagrama fundamental del flujo de tráfico. .... 138

Figura 63. Intersección Controlada por Dos Señales de Pare (TWSC)..... 150

Figura 64. Intersección Controlada por Dos Señales de Pare (TWSC)..... 150

Figura 65. Estructura de Doble Anillo con Asignaciones de movimiento Ilustrativas. .... 166

Figura 66. Caminos de Aceleración en una Intersección Señalizada..... 171

Figura 67. Concepto de Tasa de Flujo de Saturación y Tiempo Perdido ..... 172

Figura 68. Relación de la Longitud de Ciclo Generalizado y Retraso. .... 174

Figura 69. Intersección SemafORIZADA con Cuatro Accesos. .... 188

Figura 70. Fases de la Intersección SemafORIZADA con Cuatro Accesos..... 189

Figura 71. Diagrama de Fases Semafóricas. .... 189

Figura 72. Intervalo de Cambio de Fase..... 190

Figura 73. Modelo Básico del Flujo de Saturación. .... 194

Figura 74. Diseño de Ingeniería. .... 205

Figura 75. Cuantificación de la Población – Av. Cusco. .... 206

Figura 76. Cuantificación de la Población – Av. Tomás Tuyro Tupac..... 207

Figura 77. Cuantificación de la Población – Av. Cusco. .... 208

Figura 78. Cuantificación de la Población – Av. Tomás Tuyro Tupac..... 209

Figura 79. Criterios de Inclusión..... 212

Figura 80. Wincha. .... 215

Figura 81. Eclímetro..... 215

Figura 82. Cámara Filmadora..... 216

Figura 83. Cámara Filmadora *in situ* para Aforo Vehicular..... 216

Figura 84. Ubicación de Cámara Filmadora para el Aforo Preliminar. .... 217

Figura 85. Histograma – Intervalos de 15 minutos. .... 218

Figura 86. Histograma – Intervalos de 1 hora. .... 218

Figura 87. Ubicación de Aforadores en la Intersección Ca. Alemania Federal – Av. Cusco.  
..... 219

Figura 88. Ubicación de Aforadores en la Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura..... 220

Figura 89. Equipo de Aforo y Filmación. .... 220

Figura 90. Cámara Filmadora *in situ* para Aforo Peatonal..... 223

Figura 91. Wincha de 30m. .... 227

Figura 92. Eclímetro..... 228





Figura 93. Inspección Visual de la Infraestructura Vial..... 228

Figura 94. Inspección de Presencia de Reductores de Velocidad. .... 229

Figura 95. Inspección de Presencia de Paraderos..... 229

Figura 96. Inspección de Presencia de Estacionamientos. .... 229

Figura 97. Inspección de Presencia de Puntos de Acceso. .... 230

Figura 98. Medida de Ancho de Carril..... 230

Figura 99. Medida de Ancho de Intersección..... 231

Figura 100. Medida de la Pendiente de los Accesos..... 231

Figura 101. Medida de la Longitud de los Segmentos. .... 232

Figura 102. Determinación de los Movimientos Vehiculares en los accesos..... 232

Figura 103. Inspección del Tipo de Dispositivo de Control de la Intersección..... 233

Figura 104. Registro de la Duración de la Información Semafórica. .... 233

Figura 105. Registro del Límite de Velocidad..... 233

Figura 106. Segmento de Registro de Placas Vehiculares..... 240

Figura 107. Flujograma Vehicular – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito). .... 245

Figura 108. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. .... 246

Figura 109. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar..... 247

Figura 110. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac..... 247

Figura 111. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus. .... 248

Figura 112. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 249

Figura 113. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura. .... 249

Figura 114. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la  
Cultura. .... 250

Figura 115. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu. .... 251

Figura 116. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa. . 251

Figura 117. Segmentos Urbanos de la Av. Cusco y de la Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 319

Figura 118. Demanda de Tráfico para Dirección O-E del Segmento I de la Av. Cusco. .... 321

Figura 119. Demanda de Tráfico para Dirección E-O del Segmento I de la Av. Cusco. .... 321

Figura 120. Nivel de Servicio del Tramo de Carretera de Clase III de la Av. Cusco..... 354

Figura 121. Nivel de Servicio – Proyección – Tramo de Carretera de Clase III de la Av.  
Cusco. .... 357

Figura 122. Ubicación del Tramo Optimizado de la Av. Cusco..... 362

Figura 123. Propuesta de Infraestructura Vial del Acceso Norte de la Intersección de la Av.  
Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 362

Figura 124. Propuesta de Infraestructura Vial del Acceso Sur de la Intersección de la Av.  
Cusco – Av. De la Cultura..... 363



Figura 125.Ubicación del Tramo Optimizado de la Av. Cusco.....	363
Figura 126.Propuesta de Infraestructura Vial del Acceso Norte y Sur de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu. ....	364
Figura 127.Propuesta de Infraestructura Vial del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.....	364
Figura 128.Propuesta de la Infraestructura Vial de la Vía Expresa.....	366
Figura 129.Movimientos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa..	367
Figura 130.Nivel de Servicio – Propuesta – Tramo de Carretera de Clase III de la Av. Cusco. ....	368
Figura 131.Conflictos según la Tipología y Configuración de la Intersección. ....	371
Figura 132.Contraste de la Velocidad de Viajes ATS.....	372
Figura 133.Contraste de la Velocidad de Flujo Libre.....	372
Figura 134.Contraste de Volúmenes Vehiculares de las Intersecciones Semaforzadas.....	373
Figura 135.Contraste de la Relación Volumen - Capacidad de las Intersecciones Semaforzadas. ....	374
Figura 136.Contraste de las Demoras de las Intersecciones Semaforzadas. ....	374
Figura 137.Contraste de la Relación Volumen-Capacidad Crítica de las Intersecciones Semaforzadas. ....	375
Figura 138.Contraste de Volúmenes Vehiculares de las Intersecciones No Semaforzadas.	376
Figura 139.Contraste de la Relación Volumen - Capacidad de las Intersecciones No Semaforzadas. ....	376
Figura 140.Contraste de las Demoras de las Intersecciones No Semaforzadas. ....	377
Figura 141.Contraste de Volúmenes Vehiculares Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa. ....	378
Figura 142.Contraste de la Relación Volumen – Capacidad de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.....	378
Figura 143.Contraste de las Demoras de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa. ....	379
Figura 144.Contraste del Volumen Vehicular del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.....	379
Figura 145.Contraste la Capacidad del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.....	380
Figura 146.Contraste la Relación-Capacidad del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.....	380
Figura 147.Contraste de Demoras del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa. ....	381
Figura 148.Contraste del Volumen Vehicular del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.....	381



Figura 149. Contraste la Capacidad del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 382

Figura 150. Contraste la Relación-Capacidad del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 382

Figura 151. Contraste de Demoras del Acceso Norte de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 383

Figura 152. Contraste de la Capacidad de las Intersecciones Optimizadas en su Diseño Geométrico. .... 383

Figura 153. Contraste de las Demoras y Niveles de Servicio de la Av. Cusco – Sentido O-E. .... 384

Figura 154. Contraste de Parámetros de Segmentos Urbanos I y II de la Av. Cusco – Sentido O-E. .... 384

Figura 155. Contraste de las Demoras y Niveles de Servicio de la Av. Cusco – Sentido E-O. .... 385

Figura 156. Contraste de Parámetros de Segmentos Urbanos II y I de la Av. Cusco – Sentido E-O. .... 385

Figura 157. Contraste de Demoras por Congestión de la Av. Cusco em Sentido O – E y E – O. .... 386

Figura 158. Contraste de las Demoras y Niveles de Servicio de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Sentido N-S. .... 387

Figura 159. Contraste de Parámetros de Segmentos Urbanos I y II de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Sentido N-S. .... 387

Figura 160. Contraste de las Demoras y Niveles de Servicio de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Sentido S-N. .... 388

Figura 161. Contraste de Parámetros de Segmentos Urbanos I y II de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Sentido S-N. .... 388

Figura 162. Contraste de Demoras por Congestión de la Av. Tomás Tuyo Tupac en Sentido N-S y S-N. .... 389

Figura 163. Medición de Anchos de Carril de la Av. Alemania Federal y Ca. Los Geranios. .... 421

Figura 164. Medición de la Geometría de la Intersección de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura y de la Intersección de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Vía Expresa. .... 421

Figura 165. Medición de Anchos de Carril de la Av. Cusco. .... 421

Figura 166. Medición de Pendientes de la Av. Tomás Tuyo Tupac y Av. De la Cultura. .... 422

Figura 167. Medición de Pendientes de la Ca. Kantu y Av. De la Cultura. .... 422

Figura 168. Medición Pendientes de la Av. Cusco y Ca. Los Geranios. .... 422

Figura 169. Medición de Pendientes de la Av. Cusco. .... 423

Figura 170. Aforo en la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Bolívar. .... 423





Figura 171. Aforo en la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. ....	423
Figura 172. Aforo en el Semáforo Peatonal de la Av. Cusco (Colegio Diego Quispe Tito)..	424
Figura 173. Aforo en la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.....	424
Figura 174. Grabación de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus y Aforo de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Túpac – Ca. Kantu.....	424
Figura 175. Aforo en la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa. ....	425
Figura 176. Grabación de la Intersección de la Av. Cusco – Av. De la Cultura. ....	425
Figura 177. Equipo de Aforo y Grabación del Flujo Vehicular y Peatonal.....	425
Figura 178. Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos de la Región Cusco.....	428
Figura 179. Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados de la Región Cusco.....	429
Figura 180. Tasa de Crecimiento de Poblacional Promedio Anual de la Región Cusco.....	429



## Índice de Tablas

Tabla 1.	Angulo de Cruzamiento de los Tipos de Intersecciones a Nivel. ....	98
Tabla 2.	Variedad de Tipos de Intersecciones a Nivel.....	99
Tabla 3.	Señales de Prioridad: (R-1) Señal de Pare, (R-2) Señal de Ceda el Paso. ....	101
Tabla 4.	Configuración de caras de semáforos. ....	112
Tabla 5.	Niveles de Servicio de Segmentos de Calles Urbanas.....	148
Tabla 6.	Niveles de Servicio en Intersecciones Semaforizadas. ....	150
Tabla 7.	NDS en Intersecciones Controladas por Dos Señales de PARE (TWSC). ....	151
Tabla 8.	Niveles de Servicio para Carreteras de Dos Carriles Clase I, Clase II y Clase III. .....	152
Tabla 9.	Relación Entre el Tipo de Llegada y la Calidad de la Progresión .....	162
Tabla 10.	Tipos de instalaciones cubiertas en el Manual de capacidad de autopista de 1950 .....	181
Tabla 11.	Tipos de instalaciones cubiertas en el Manual de Capacidad de Autopistas de 1965 .....	181
Tabla 12.	Tipos de instalaciones cubiertos en el HCM de 1985.....	182
Tabla 13.	Tipos de instalaciones cubiertas en el 2000 HCM.....	183
Tabla 14.	Contenido del Manual de Capacidad de Carreteras 2010.....	184
Tabla 15.	Automóviles Directos Equivalentes para Vueltas Hacia la Izquierda ( <i>EVI</i> ). ....	192
Tabla 16.	Automóviles Directos Equivalentes para Vueltas Hacia la Derecha ( <i>EVD</i> ). ....	193
Tabla 17.	Cuadro de Operacionalización de Variables.....	201
Tabla 18.	Ficha de Traducción del Registro de Placas. ....	212
Tabla 19.	Ficha de Aforo Vehicular.....	212
Tabla 20.	Ficha de Registro de Paraderos y Estacionamientos.....	213
Tabla 21.	Ficha de Aforo Peatonal.....	213
Tabla 22.	Ficha de Registro de Datos de Intersecciones.....	214
Tabla 23.	Ficha de Registro de Datos de Segmentos Urbanos. ....	214
Tabla 24.	Resultado del Aforo Preliminar. ....	219
Tabla 25.	Aforo de la Av. Cusco (Colegio Diego Quispe Tito). ....	220
Tabla 26.	Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro.....	221
Tabla 27.	Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar. ....	221
Tabla 28.	Aforo de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. ....	221
Tabla 29.	Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus.....	221
Tabla 30.	Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.....	222
Tabla 31.	Aforo de la Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura. ....	222



Tabla 32. Aforo de la Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura..... 222

Tabla 33. Aforo de la Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu..... 222

Tabla 34. Aforo de la Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa..... 223

Tabla 35. Registro de Datos de Paraderos y Estacionamientos. .... 223

Tabla 36. Aforo Peatonal de la Av. Cusco (Colégio Diego Quispe Tito)..... 224

Tabla 37. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. .... 224

Tabla 38. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Bolívar. .... 225

Tabla 39. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.. 225

Tabla 40. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus. .... 225

Tabla 41. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 226

Tabla 42. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Av. De la Cultura. .... 226

Tabla 43. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la  
Cultura. .... 226

Tabla 44. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Tomás Tuyrp Tupac – Ca. Kantu... 227

Tabla 45. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.  
..... 227

Tabla 46. Registro de Datos de la Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito)..... 234

Tabla 47. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. 234

Tabla 48. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Bolívar..... 235

Tabla 49. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.  
..... 235

Tabla 50. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus. .... 236

Tabla 51. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. . 236

Tabla 52. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Av. De la Cultura..... 237

Tabla 53. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la  
Cultura. .... 237

Tabla 54. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu.  
..... 238

Tabla 55. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.  
..... 238

Tabla 56. Registro de Datos de los Segmentos..... 239

Tabla 57. Registro de Placas. .... 240

Tabla 58. Determinación del Tiempo de Viaje y la Inversa de la Velocidad. .... 243

Tabla 59. Cálculo de la Velocidad de Flujo Libre. .... 244

Tabla 60. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito)... 245

Tabla 61. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de  
Almagro..... 246



Tabla 62.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar. .	246
Tabla 63.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. ....	247
Tabla 64.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus. ....	248
Tabla 65.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. ....	248
Tabla 66.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura. ....	249
Tabla 67.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura.....	250
Tabla 68.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Kantu.....	250
Tabla 69.	Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Vía Expresa.	251
Tabla 70.	Datos de Entrada – NDS de Carretera de Dos Carriles de Clase III.....	252
Tabla 71.	Factor de Ajuste de Grado ( <i>fg,ATS</i> ). ....	254
Tabla 72.	Equivalente de Vehículo de Pasajeros para Camiones. ....	255
Tabla 73.	Factor de Ajuste por Zonas de No Adelantar.....	256
Tabla 74.	Niveles de Servicio para Carreteras de Clase III. ....	257
Tabla 75.	Módulo de Nivel de Servicio – Carretera de Dos Carriles de Clase III – Tramo de la Av. Cusco (semáforo peatonal C.E. Diego Quispe Tito) hasta el Reductor de Velocidad del Acceso Oeste de la Intersección de la Av. Cusco con la Ca. Diego de Almagro. ....	258
Tabla 76.	Datos de Entrada – NDS Intersección SemafORIZADA de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. ....	259
Tabla 77.	Grupo de Movimiento y Grupos de Carriles Comunes. ....	261
Tabla 78.	Grupo de Movimientos de los accesos Oeste y Este de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac ....	261
Tabla 79.	Grupo de Movimientos de los accesos Norte y Sur de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac ....	261
Tabla 80.	Determinación de los Flujos de los Grupos de Movimiento de la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. ....	262
Tabla 81.	Determinación de las Tasas de Flujo de los Grupos de Movimiento de la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. ....	263
Tabla 82.	Determinación de las Tasas de Flujo de los Grupos de Carriles de la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. ....	263
Tabla 83.	Factor de Ajuste por el Ancho del Carril. ....	264
Tabla 84.	Determinación del Factor de Ajuste por Ancho de Carril para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. ....	265





Tabla 85. Determinación del Factor de Ajuste por Vehículos Pesados para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 265

Tabla 86. Determinación del Factor de Ajuste por Grado para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 266

Tabla 87. Determinación del Factor de Ajuste por Presencia de Estacionamiento para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 267

Tabla 88. Determinación del Factor de Ajuste por Parada de Buses Locales para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 267

Tabla 89. Determinación del Factor de Ajuste por Presencia de Vehículos que Giran a la Izquierda para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 269

Tabla 90. Determinación del Factor de Ajuste por Presencia de Vehículos que Giran a la Derecha para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 269

Tabla 91. Cálculo del Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para Giros a la Derecha para la Intersección de la Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac. .... 272

Tabla 92. Cálculo del Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para Giros a la Izquierda para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 274

Tabla 93. Determinación de las tasas de flujo de saturación ajustada para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 275

Tabla 94. Relación de Pelotón. .... 275

Tabla 95. Determinación de la Proporción de Llegada Durante el Control Verde de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 276

Tabla 96. Determinación de la Capacidad y Relación Volumen-Capacidad para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 278

Tabla 97. Determinación del Demora Uniforme de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 279

Tabla 98. Determinación del Factor de Ajuste de Filtrado Aguas Arriba para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 280

Tabla 99. Determinación de la Demora Incremental para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 280

Tabla 100. Determinación de la Demora de Control Promedio de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 281

Tabla 101. Determinación de la Demora de Control Promedio para los Accesos de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 282

Tabla 102. Determinación de la Demora de Control Promedio para la Intersección – Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 282

Tabla 103. Determinación de la Demora de Control Promedio para la Intersección – Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 282

Tabla 104. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 283

Tabla 105. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 283



Tabla 106. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 283

Tabla 107. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.... 284

Tabla 108. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac. .... 284

Tabla 109. Módulo de Datos de Entrada – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito). .... 284

Tabla 110. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito). .... 284

Tabla 111. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito)..... 285

Tabla 112. Módulo de Análisis de Capacidad – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito)..... 285

Tabla 113. Módulo de Nivel de Servicio – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito)..... 285

Tabla 114. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura. .... 286

Tabla 115. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura. .... 286

Tabla 116. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura. .... 286

Tabla 117. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura..... 286

Tabla 118. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura. .... 287

Tabla 119. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura. 287

Tabla 120. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura. .... 287

Tabla 121. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura..... 287

Tabla 122. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura. .... 288

Tabla 123. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura. 288

Tabla 124. Datos de Entrada – NDS Intersección Semaforizada de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 289

Tabla 125. Determinación de las Tasas de Flujo de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 291

Tabla 126. Determinación de las Tasas de Flujo en Conflicto para la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 294

Tabla 127. Intervalo Crítico Base. .... 295

Tabla 128. Intervalo en Seguimiento Base. .... 296

Tabla 129. Determinación de los Intervalos Críticos y los Intervalos en Seguimiento. .... 296

Tabla 130. Cálculo de las Capacidades Potenciales para la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 297

Tabla 131. Factor de Impedancia por Peatones para Movimientos de Rango 2..... 298

Tabla 132. Determinación de la Capacidad de Movimientos de Rango 2 de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 301



Tabla 133. Factor de Impedancia por Peatones para Movimientos de Rango 3..... 301

Tabla 134. Determinación de la Capacidad de Movimientos de Rango 3 de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 303

Tabla 135. Factor de Impedancia por Peatones para Movimientos de Rango 4..... 303

Tabla 136. Determinación de la Capacidad de Movimientos de Rango 4 de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 305

Tabla 137. Determinación de la Capacidad de Carril Compartido de los Accesos de la Calle Menor de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal..... 306

Tabla 138. Determinación de la Demora por Control de los Carriles de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 307

Tabla 139. Determinación de la Demora por Control de la Intersección y de los Accesos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal..... 309

Tabla 140. Determinación del Nivel de Servicio de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 309

Tabla 141. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 310

Tabla 142. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. ... 310

Tabla 143. Módulo de Capacidad Potencial – I. Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 310

Tabla 144. Módulo de Análisis de Capacidad Final – I. Av. Cusco – Ca. Alemania Federal. .... 311

Tabla 145. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Ca. Alemania Federal..... 311

Tabla 146. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. .... 311

Tabla 147. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. ... 311

Tabla 148. Módulo de Capacidad Potencial – I. Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro..... 312

Tabla 149. Módulo de Análisis de Capacidad Final – I. Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro. .... 312

Tabla 150. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro..... 312

Tabla 151. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Ca. Bolívar. .... 313

Tabla 152. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Ca. Bolívar..... 313

Tabla 153. Módulo de Capacidad Potencial – I. Av. Cusco – Ca. Bolívar..... 313

Tabla 154. Módulo de Análisis de Capacidad Final – I. Av. Cusco – Ca. Bolívar. .... 313

Tabla 155. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Ca. Bolívar. .... 313

Tabla 156. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus. .... 314

Tabla 157. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus. .... 314

Tabla 158. Módulo de Capacidad Potencial – I. Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus..... 314

Tabla 159. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus..... 315

Tabla 160. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus..... 315

Tabla 161. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu. .... 315





Tabla 162. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu. 315

Tabla 163. Módulo de Capacidad Potencial – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu. .... 316

Tabla 164. Módulo de Análisis de Capacidad Final – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu.  
..... 316

Tabla 165. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu. .... 316

Tabla 166. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa. .... 317

Tabla 167. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.  
..... 317

Tabla 168. Módulo de Capacidad Potencial – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa... 317

Tabla 169. Módulo de Análisis de Capacidad Final – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía  
Expresa. .... 317

Tabla 170. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa..... 318

Tabla 171. Datos de Entrada – Segmento I – Dirección O–E de la Av. Cusco. .... 320

Tabla 172. Datos de Entrada – Segmento I – Dirección E–O de la Av. Cusco. .... 320

Tabla 173. Tasas de Flujo de Demanda Ajustado en la Dirección O-E del Segmento I de la  
Av. Cusco. .... 322

Tabla 174. Tasas de Flujo de Demanda Ajustado en la Dirección E-O del Segmento I de la  
Av. Cusco. .... 322

Tabla 175. Determinación de la Velocidad Base de Flujo Libre del Segmento I de la Av.  
Cusco. .... 324

Tabla 176. Determinación del Ajuste por el Espaciamiento de las Intersecciones del  
Segmento I de la Av. Cusco. .... 324

Tabla 177. Determinación de la Velocidad de Flujo Libre del Segmento I de la Av. Cusco.325

Tabla 178. Determinación del Ajuste de Proximidad del Vehículo para el Segmento I de la  
Av. Cusco. .... 326

Tabla 179. Determinación de la Velocidad Mínima para el Primer Vehículo en Seguimiento  
para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 328

Tabla 180. Determinación de la Demora del Primer Vehículo en Seguimiento para el  
Segmento I de la Av. Cusco. .... 328

Tabla 181. Determinación de la Demora de los Posteriores Vehículos en Seguimiento para el  
Segmento I de la Av. Cusco. .... 329

Tabla 182. Determinación de la Demora del Vehículo en Seguimiento por Maniobra del Giro  
a la Derecha para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 330

Tabla 183. Determinación de la Demora Debida a los Vehículos que Giran a la Derecha para  
el Segmento I de la Av. Cusco. .... 331

Tabla 184. Determinación de la Probabilidad de Cambio de Carril para el Segmento I de la  
Av. Cusco. .... 332

Tabla 185. Determinación del Número Equivalente de Vehículos que Van de Frente para el  
Vehículo de Giro a la Izquierda para el Segmento I de la Av. Cusco..... 334





Tabla 186. Determinación del Número Equivalente Modificado de Vehículos que Van de Frente para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 334

Tabla 187. Determinación de la Proporción de Giros a la Izquierda en el Carril Interior para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 335

Tabla 188. Determinación de la Proporción de Giros a la Derecha en el Carril Interior para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 336

Tabla 189. Determinación de las Tasas de Flujo del Carril Interior y Exterior para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 337

Tabla 190. Determinación de la Capacidad para los Vehículos que se Combinan para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 337

Tabla 191. Determinación de la Demora para Vehículos que se Combinan para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 338

Tabla 192. Determinación de la Capacidad para los Vehículos que No se Combinan para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 339

Tabla 193. Determinación de la Demora para Vehículos que se No Combinan para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 339

Tabla 194. Determinación de la Demora en los Vehículos en el Carril Interior para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 340

Tabla 195. Determinación de la Probabilidad del Desbordamiento de la Bahía del Giro a la Izquierda para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 341

Tabla 196. Determinación de la Demora Media Debida a los Vehículos que Giran a la Izquierda para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 341

Tabla 197. Determinación del Tiempo de Recorrido del Segmento para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 343

Tabla 198. Determinación de las Demoras por Control para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 343

Tabla 199. Determinación de la Velocidad de Viaje para el Segmento I de la Av. Cusco.... 344

Tabla 200. Determinación de Nivel de Servicio para el Segmento I de la Av. Cusco. .... 344

Tabla 201. Módulo de Datos de Entrada – Av. Cusco – Segmento I. .... 345

Tabla 202. Módulo de Datos de Entrada – Av. Cusco – Segmento II. .... 345

Tabla 203. Módulo de Datos de Entrada – Av. Tomás Tuyo Tupac – Segmento I..... 346

Tabla 204. Módulo de Datos de Entrada – Av. Tomás Tuyo Tupac – Segmento II. .... 346

Tabla 205. Módulo de Velocidad – Segmentos Urbanos de la Av. Cusco y Av. Tomás Tuyo Tupac. .... 346

Tabla 206. Módulo de Giros a la Derecha – Segmentos Urbanos de la Av. Cusco y Av. Tomás Tuyo Tupac. .... 347

Tabla 207. Módulo de Giros a la Izquierda – Segmentos Urbanos de la Av. Cusco y Av. Tomás Tuyo Tupac. .... 347