



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO
SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS
INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023.”

Línea de investigación: Transportes y Comunicaciones

Presentado por:

Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez
ORCID 0009-0009-8562-3672

Bach. Valentina Traycy Ventura Laime
ORCID 0009-0001-2210-3188

**Para optar al Título Profesional de Ingeniero
Civil**

Asesor:

Mgt. Ing. Ed Gutierrez Carlotto
ORCID 0000-0002-3510-5043

CUSCO - PERÚ

2023



Metadatos

Datos del autor 1	
Nombre y apellido	YULIANA KARELIZ ALVAREZ VELASQUEZ
Numero de documento de identidad	71427252
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0009-8562-3672
Datos del autor 2	
Nombre y apellido	VALENTINA TRAYCY VENTURA LAIME
Numero de documento de identidad	71793095
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0001-2210-3188
Datos del asesor	
Nombre y apellidos	ED GUTIERREZ CARLOTTO
Numero de documento de identidad	46086133
URL de Orcid	https://orcid.org/0000-0002-3510-5043
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombre y apellidos	MIGUEL ALFREDO FLORES DUEÑAS
Numero de documento de identidad	23950763
Jurado 2	
Nombre y apellidos	JULIO BENJAMIN DEZA CAVERO
Numero de documento de identidad	23918608
Jurado 3	
Nombre y apellidos	EIGNER ROMAN VILLEGAS
Numero de documento de identidad	23928061
Jurado 4	
Nombre y apellidos	ENRIQUE NUÑEZ DEL PRADO COLL
Numero de documento de identidad	23904327
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	Transportes y Comunicaciones.



EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023.

Fecha de entrega: 08-feb-2024 12:33p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2289704330

Nombre del archivo: Tesis_corregida_10122023.pdf (13.48M)

Total de palabras: 65576

Total de caracteres: 306836



Ed. Gutiérrez Carlotto
INGENIERO CIVIL
181409



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

²
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

*"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN
SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE
EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023."*

Presentado por los Bachilleres:

- Alvarez Velasquez, Yuliana Kareliz
- Ventura Laime, Valentina Traycy

³
*Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil*

Asesor:

Mgt. Ing. Ed Gutierrez Carlotto

CUSCO - PERÚ

2023

Ed Gutierrez Carlotto
INGENIERO CIVIL
181409



SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	6%
3	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

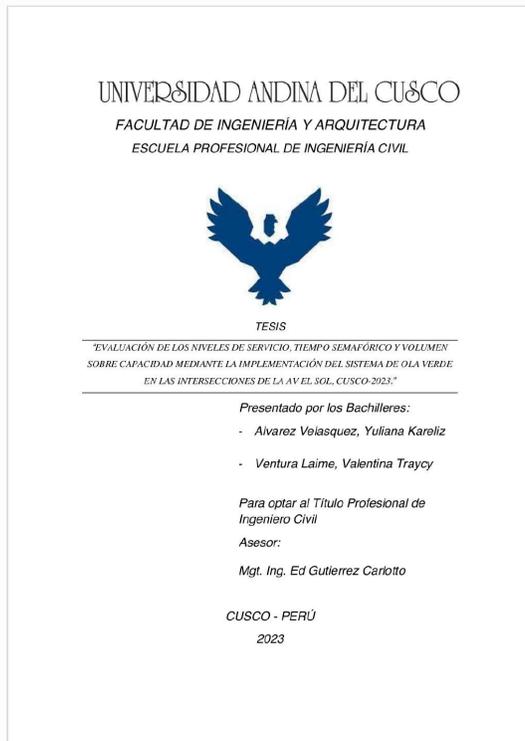


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Valentina y Yuliana Ventura y Alvarez
Título del ejercicio: PROYECTOS DE TESIS
Título de la entrega: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓ...
Nombre del archivo: Tesis_corregida_10122023.pdf
Tamaño del archivo: 13.48M
Total páginas: 276
Total de palabras: 65,576
Total de caracteres: 306,836
Fecha de entrega: 08-feb.-2024 12:33p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2289704330




Ed Gutierrez Carlotto
INGENIERO CIVIL
181489



Agradecimientos

A Dios por darnos fuerza para no rendirnos y guiarnos en el camino para culminar este proyecto de manera satisfactoria.

A Nuestras Familias por brindarnos siempre su apoyo y confiar plenamente en nuestras capacidades, gracias a ellos hoy cumplimos una de nuestras metas.

A nuestros Amigos que estuvieron apoyándonos con el desarrollo de la tesis y aconsejándonos de la mejor manera.

A nuestros docentes de nuestra casa de estudios por absolver las dudas que se presentaron en el camino.

Yuliana y Valentina



Dedicatoria

*A Dios, que siempre estuvo ahí dándome la sabiduría
para poder culminar este proyecto.*

*A mis padres Emperatriz y Américo que siempre
confiaron en mí y me enseñaron que el rendirme no es
una opción.*

*A mis hermanos Edwards y Bryam que siempre me
dieron su apoyo incondicional.*

Yuliana

*A Dios y a la Virgen de Guadalupe por bendecir a mi
familia, por darme esperanza en situaciones difíciles
y guiar cada paso de mi vida.*

A mi abuelita Gregoria, desde el cielo me acompaña.

*A mis padres, Rene y Julia, por ser mi motivación y
ejemplo de perseverancia. Gracias por creer en mí y
por alentarme a perseguir mis sueños.*

*A mi hermanito Alvaro, por brindarme su compañía y
apoyo constante.*

Valentina



Índice General

Agradecimientos	i
Dedicatoria	ii
Índice General	iii
Índice de Tablas.....	viii
Resumen	xviii
Abstract	xix
1. Capítulo I: Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.1. Descripción del Problema a Investigar.....	1
1.2. Problema de Investigación	4
1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General	4
1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos	4
1.3. Justificación de la Investigación	5
1.3.1. Conveniencia.....	5
1.3.2. Relevancia Social	5
1.3.3. Implicancias Prácticas	6
1.3.4. Valor Teórico	6
1.3.5. Unidad Metodológica.....	6
1.4. Objetivos de la Investigación.....	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	7
1.5. Delimitación del Estudio.....	7
1.5.1. Delimitación Espacial	7
1.5.2. Delimitación Temporal	8
2. Capítulo 2: Marco Teórico	9
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	9



2.1.1. Antecedentes Internacionales	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	11
2.1.3. Antecedentes Locales	13
2.2. Bases Teóricas	14
2.2.1. Infraestructura vial	14
2.2.2. Ola Verde	21
2.2.3. Tiempo semafórico.....	25
2.2.4. Nivel de Servicio	31
2.2.5. Volumen Vehicular	35
2.2.6. Capacidad de la Vía.....	38
2.2.7. Relación Volumen sobre Capacidad (v/c).....	39
2.2.8. Criterios estadísticos	40
2.3. Marco conceptual.....	43
2.3.1. Aforo Vehicular.....	43
2.3.2. Capacidad	43
2.3.3. Velocidad	43
2.3.4. Ciclo Semafórico.....	43
2.3.5. Congestión Vehicular	43
2.3.6. Hora Punta.....	43
2.3.7. Intersección	43
2.3.8. Nivel de Servicio	43
2.3.9. Ola Verde	44
2.3.10. Tránsito:	44
2.3.11. Vehículo	44
2.3.12. Volumen sobre capacidad (v/c).....	44
2.4. Hipótesis	44
2.4.1. Hipótesis General	44



2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	44
2.5.	Variables e Indicadores	45
2.5.1.	Identificación de Variables.....	45
2.5.2.	Cuadro de operacionalización de variables	47
3.	Capítulo III: Método	48
3.1.	Alcance del estudio	48
3.2.	Diseño de la investigación	48
3.3.	Población.....	48
3.3.1.	Descripción de la población	48
3.3.2.	Cuantificación de la población	49
3.4.	Muestra	49
3.4.1.	Descripción de la muestra	49
3.4.2.	Cuantificación de la muestra	50
3.4.3.	Método de muestreo	54
3.4.4.	Criterios de evaluación de la muestra	54
3.4.5.	Criterios de inclusión	54
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
3.5.1.	Instrumentos de ingeniería	59
3.6.	Validez y confiabilidad de los instrumentos	63
3.7.	Procedimiento de recolección de datos	63
3.7.1.	Zonificación	63
3.7.2.	Descripción física de cada intersección	65
3.7.3.	Tráfico vehicular actual.....	76
3.7.4.	Verificación.....	82
3.7.5.	Tráfico vehicular crítico	101
3.7.6.	Tráfico vehicular futuro	107
3.8.	Procedimiento de análisis de datos	113



3.8.1.	Consideraciones de la vía.....	113
3.8.2.	Modelamiento de la situación actual.....	113
3.8.3.	Modelamiento de la situación crítica.....	137
3.8.4.	Modelamiento con ola verde.....	140
3.8.5.	Modelamiento con ola verde en tiempo futuro (10 años).....	149
4.	Capítulo IV: Resultados de la Investigación.....	154
4.1.	Resultados respecto a los Objetivos Específicos.....	154
4.2.	Resultados respecto al Objetivo General.....	157
5.	Capítulo V: Discusión.....	159
5.1.	Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos.....	159
5.2.	Limitaciones del estudio.....	159
5.2.1.	Limitación de estudio.....	159
5.2.2.	Limitación de información.....	159
5.2.3.	Limitación de tiempo.....	160
5.2.4.	Limitación de orden geográfico.....	160
5.3.	Comparación crítica con la literatura existente.....	161
5.4.	Implicancias del estudio.....	162
6.	Conclusiones y Recomendaciones.....	163
7.	Referencias.....	166
8.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	168
8.1.	Validación de instrumentos.....	168
9.	ANEXOS.....	173
	Anexo N°1: Levantamiento Topográfico Av. El Sol.....	173
	Anexo N°2: Aforo semanal.....	182
	Anexo N°3: Aforo vehicular en hora punta.....	202
	Anexo N°4: Validación de datos y Calibración del modelo.....	215
	Anexo N°5: Recolección de tiempo de recorrido y obtención de velocidades.....	232



Anexo N°6: Tiempos semafóricos	251
Anexo N°7: Diagrama espacio – tiempo.....	256



Índice de Tablas

Tabla N° 1. Coordenadas de la zona en estudio	7
Tabla N°2. Clasificación de vías en zonas urbanas.....	19
Tabla N° 3. Niveles de Servicio en Intersecciones con Semáforos	34
Tabla N° 4. Características de la vía	55
Tabla N° 5. Aforo vehicular semanal.....	56
Tabla N° 6. Aforo vehicular clasificado.....	57
Tabla N° 7. Tiempos Semafóricos	58
Tabla N° 8. Tiempo de recorrido – cálculo de velocidades	58
Tabla N° 9. Aforo vehicular semanal.....	77
Tabla N° 10. Grafica de aforo semanal	77
Tabla N°11. Aforo vehicular día viernes	78
Tabla N° 12. Valores del criterio de chauvenet en el conteo vehicular semanal	82
Tabla N° 13. Resumen del conteo vehicular en hora punta	85
Tabla N° 14. Datos de entrada al Synchro Traffic	94
Tabla N° 15: Velocidad operacional promedio.....	96
Tabla N° 16. Características semafóricas de la primera intersección - 1	98
Tabla N° 17. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Mantas	102
Tabla N° 18. Cantidad de vehículos por hora – Mantas.....	102
Tabla N° 19. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Calle Almagro	103
Tabla N° 20. Cantidad de vehículos por hora – Calle Almagro.....	103
Tabla N° 21. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Ayacucho.....	104
Tabla N° 22. Cantidad de vehículos por hora – Ayacucho	104
Tabla N° 23. Los 15 minutos de mayor afluencia vehicular – Calle Puluchapata.....	104
Tabla N° 24. Cantidad de vehículos por hora – Calle Puluchapata	105
Tabla N° 25. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Calle Arrayanniyq	105
Tabla N° 26. Cantidad de vehículos por hora - Calle Arrayanniyq	105
Tabla N° 27. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Av. Garcilaso.....	106
Tabla N° 28. Cantidad de vehículos por hora – Av. Garcilaso	106
Tabla N° 29. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Calle Pachacútec – Pumaqchupan106	
Tabla N° 30. Cantidad de vehículos por hora – Calle Pachacútec – Pumaqchupan	107
Tabla N° 31. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Tullumayu	107
Tabla N° 32. Cantidad de vehículos por hora – Tullumayu.....	107
Tabla N° 33. Tasa de crecimiento vehicular	108



Tabla N° 34. Proyección del tráfico – Mantas	109
Tabla N° 35. Proyección del tráfico – Calle Almagro	109
Tabla N° 36. Proyección del tráfico – Ayacucho.....	110
Tabla N° 37. Proyección del tráfico – Calle Puluchapata	110
Tabla N° 38. Proyección del tráfico – Puente Rosario.....	111
Tabla N° 39. Proyección del tráfico – Av. Garcilaso.....	111
Tabla N° 40. Proyección del tráfico - Pumaqchupan.....	112
Tabla N° 41. Proyección del tráfico - Tullumayu	112
Tabla N° 42. Configuración de lane settings 1	117
Tabla N° 43. Configuración de lane settings 2	117
Tabla N° 44. Configuración de lane settings 3	118
Tabla N° 45. Configuración de lane settings 4	118
Tabla N° 46. Configuración de lane settings 5	119
Tabla N° 47. Configuración de lane settings 6	119
Tabla N° 48. Configuración de lane settings 7	120
Tabla N° 49. Configuración de lane settings 8	120
Tabla N° 50. Configuración de volume Settings 1	121
Tabla N° 51. Configuración de volume settings 2	122
Tabla N° 52. Configuración de volume settings 3	122
Tabla N° 53. Configuración de volume settings 4	123
Tabla N° 54. Configuración de volume settings 5	123
Tabla N° 55. Configuración de volume settings 6	124
Tabla N° 56. Configuración de volume settings 7	124
Tabla N° 57. Configuración de volume settings 8	125
Tabla N° 58. Configuración de timing settings 1.....	126
Tabla N° 59. Configuración de timing settings 2.....	126
Tabla N° 60. Configuración de timing settings 3.....	127
Tabla N° 61. Configuración de timing settings 4.....	127
Tabla N° 62. Configuración de timing settings 5.....	128
Tabla N° 63. Configuración de timing settings 6.....	128
Tabla N° 64. Configuración de timing settings 7.....	129
Tabla N° 65. Configuración de timing settings 8.....	129
Tabla N° 66. Resultados de la intersección 1 en la situación actual	130
Tabla N° 67. Resultados de la intersección 2 en la situación actual	130



Tabla N° 68. Resultados de la intersección 3 en la situación actual	131
Tabla N° 69. Resultados de la intersección 4 en la situación actual	131
Tabla N° 70. Resultados de la intersección 5 en la situación actual	132
Tabla N° 71. Resultados de la intersección 6 en la situación actual	132
Tabla N° 72. Resultados de la intersección 7 en la situación actual	133
Tabla N° 73. Resultados de la intersección 8 en la situación actual	133
Tabla N° 74. Resumen de la situación actual	136
Tabla N° 75. Resumen de la situación crítica	140
Tabla N° 76. Resultados de la situación actual con el sistema ola verde.....	149
Tabla N° 77. Resultados de la primera intersección - futuro	150
Tabla N° 78. Resultados de la segunda intersección - futuro.....	150
Tabla N° 79. Resultados de la tercera intersección – futuro	151
Tabla N° 80. Resultados de la cuarta intersección – futuro	151
Tabla N° 81. Resultados de la quinta intersección – futuro	151
Tabla N° 82. Resultados de la sexta intersección – futuro.....	152
Tabla N° 83. Resultados de la séptima intersección – futuro.....	152
Tabla N° 84. Resultados de la octava intersección – futuro.....	153
Tabla N° 85. Resultados del sistema ola verde en 10 años	153
Tabla N° 86. Comparación del ciclo semafórico en cada intersección	154
Tabla N° 87. Comparación de V/C de cada intersección.....	155
Tabla N° 88. Comparación del tiempo de demora en cada intersección.....	156
Tabla N° 89. Comparación del nivel de servicio de cada intersección	156
Tabla N° 90. Comparación de ola verde actual y futuro	157
Tabla N° 91. Resultados de la Av. el sol.....	158
Tabla N° 92: Tiempo de Viaje de la Av. El Sol.....	158
Tabla N° 93. Puntos del levantamiento planimétrico.....	173
Tabla N° 94. Aforo vehicular - lunes	182
Tabla N° 95. Aforo vehicular - martes	185
Tabla N° 96. Aforo vehicular – miércoles	188
Tabla N° 97. Aforo vehicular – jueves.....	191
Tabla N° 98. Aforo vehicular – viernes	194
Tabla N° 99. Aforo vehicular – sábado.....	197
Tabla N° 100. Aforo vehicular - domingo	200
Tabla N° 101. Intersección 1 - aforo vehicular clasificado (SE-NE).....	202



Tabla N° 102. Intersección 1 – aforo vehicular clasificado (NE-NO).....	203
Tabla N° 103. Intersección 1 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)	203
Tabla N° 104. Intersección 2 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)	204
Tabla N° 105. Intersección 2 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)	204
Tabla N° 106. Intersección 2 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)	205
Tabla N° 107. Intersección 3 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)	205
Tabla N° 108. Intersección 3 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)	206
Tabla N° 109. Intersección 3 – Aforo Vehicular Clasificado (NE-NO)	206
Tabla N° 110. Intersección 3 – Aforo Vehicular Clasificado (SO-SE)	207
Tabla N° 111. Intersección 4 – Aforo Vehicular Clasificado (NO-SO)	207
Tabla N° 112. Intersección 4 – Aforo Vehicular Clasificado (SE-NE)	208
Tabla N° 113. Intersección 5 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)	208
Tabla N° 114. Intersección 5 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)	209
Tabla N° 115. Intersección 5 - aforo vehicular clasificado (SO-SE)	209
Tabla N° 116. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)	210
Tabla N° 117. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)	210
Tabla N° 118. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (NE-NO).....	211
Tabla N° 119. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)	211
Tabla N° 120. Intersección 7 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)	212
Tabla N° 121. Intersección 7 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)	212
Tabla N° 122. Intersección 7 – aforo vehicular clasificado (NE-NO).....	213
Tabla N° 123. Intersección 8 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)	213
Tabla N° 124. Intersección 8 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)	214
Tabla N° 125. Intersección 8 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)	214
Tabla N° 126. Validación de datos de 6:00 a 7:00.....	215
Tabla N° 127. Validación de datos de 7:00 a 8:00.....	215
Tabla N° 128. Validación de datos de 8:00 a 9:00.....	215
Tabla N° 129. Validación de datos de 9:00 a 10:00.....	215
Tabla N° 130. Validación de datos de 10:00 a 11:00.....	216
Tabla N° 131. Validación de datos de 11:00 a 12:00.....	216
Tabla N° 132. Validación de datos de 12:00 a 13:00.....	216
Tabla N° 133. Validación de datos de 13:00 a 14:00.....	216
Tabla N° 134. Validación de datos de 14:00 a 15:00.....	217
Tabla N° 135. Validación de datos de 15:00 a 16:00.....	217



Tabla N° 136. Validación de datos de 16:00 a 17:00.....	217
Tabla N° 137. Validación de datos de 17:00 a 18:00.....	217
Tabla N° 138. Validación de datos de 18:00 a 19:00.....	218
Tabla N° 139. Validación de datos de 19:00 a 20:00.....	218
Tabla N° 140. Validación de datos de 20:00 a 21:00.....	218
Tabla N° 141. Validación de datos de 21:00 a 22:00.....	218
Tabla N° 142. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Mantas).....	219
Tabla N° 143. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Almagro)	219
Tabla N° 144. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Ayacucho)	220
Tabla N° 145. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con C. Puluchapata)	220
Tabla N° 146. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Puente Rosario)	221
Tabla N° 147. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Pumaqchupan).....	221
Tabla N° 148. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Tullumayu).....	222
Tabla N° 149. Calibración de datos en Ayacucho (NO – SO).....	223
Tabla N° 150. Calibración de datos en Ayacucho (SE -NE)	224
Tabla N° 151. Calibración de datos en Puente Rosario (NO – SO).....	225
Tabla N° 152. Calibración de datos en Puente Rosario (SE – NE).....	226
Tabla N° 153. Calibración de datos en Av. Garcilaso (NO – SO).....	227
Tabla N° 154. Calibración de datos en Av., Garcilaso (SE – NE).....	228
Tabla N° 155. Calibración de datos de Tullumayu (NO -SO)	229
Tabla N° 156. Calibración de datos de Tullumayu (SE – NE)	230
Tabla N° 157. Calibración de datos de Av. El Sol a Tullumayu.....	231
Tabla N° 158. Velocidad de operación en la vía – Sureste	232
Tabla N° 159. Velocidad de operación en la vía – Noroeste	241
Tabla N° 160. Características semafóricas de la primera intersección - 1	251
Tabla N° 161. Características semafóricas de la primera intersección - 2.....	251
Tabla N° 162. Características semafóricas de la primera intersección - 3.....	251
Tabla N° 163. Características semafóricas de la primera intersección - 4.....	252
Tabla N° 164. Características semafóricas de la tercera intersección - 1	252
Tabla N° 165. Características semafóricas de la tercera intersección - 2	252
Tabla N° 166. Características semafóricas de la quinta intersección - 1	253
Tabla N° 167. Características semafóricas de la quinta intersección - 2	253
Tabla N° 168. Características semafóricas de la quinta intersección - 3	253
Tabla N° 169. Características semafóricas de la quinta intersección - 4	254



Tabla N° 170. Características semafóricas de la sexta intersección - 1	254
Tabla N° 171. Características semafóricas de la sexta intersección - 2	254
Tabla N° 172. Características semafóricas de la sexta intersección - 3	255
Tabla N° 173. Características semafóricas de la sexta intersección - 4	255



Índice de Figuras

Figura N° 1. Crecimiento del parque automotor en el Perú.....	1
Figura N° 2. Presencia de centros comerciales en la Av. El Sol.....	2
Figura N° 3. Señales de restricción al ingreso de vehículos en la Av. El Sol.....	3
Figura N° 4. Tráfico vehicular en la Av. El Sol.....	4
Figura N° 5. Ubicación Geopolítica.....	8
Figura N° 6. Representación gráfica ola verde.....	21
Figura N° 7. Diagrama de espacio - tiempo.....	22
Figura N° 8. Sistema de control de tránsito.....	23
Figura N° 9. Posición de las lentes de un semáforo de tres luces.....	25
Figura N° 10. Fases en una intersección con semáforo.....	27
Figura N° 11. Diagrama de fases en una intersección con semáforo.....	27
Figura N° 12. Caracterización de dos ciclos semafóricos.....	28
Figura N° 13. Intervalo de cambio de fase.....	29
Figura N° 14. Niveles de Servicio.....	32
Figura N° 15. Retraso en el control de semáforos.....	33
Figura N° 16. Intersección 1.....	50
Figura N° 17. Intersección 2.....	50
Figura N° 18. Intersección 3.....	51
Figura N° 19. Intersección 4.....	51
Figura N° 20. Intersección 5.....	52
Figura N° 21. Intersección 6.....	52
Figura N° 22. Intersección 7.....	53
Figura N° 23. Intersección 8.....	53
Figura N° 24. Estación Total.....	59
Figura N° 25. Wincha 30 m/100ft.....	60
Figura N° 26. Cámara filmadora.....	60
Figura N° 27. Visualización de imagen satelital en 3D.....	61
Figura N° 28. Visualización del trafico.....	61
Figura N° 29. Cálculos realizados en Excel.....	62
Figura N° 30. Visualización de la demanda vehicular.....	62
Figura N° 31. Levantamiento planimétrico.....	63
Figura N° 32. Zonificación de la Av. El Sol.....	64



Figura N° 33. Clasificación del Uso de Suelo Según la Municipalidad Provincial del Cusco	64
Figura N° 34. Instalación de la Estación Total.....	65
Figura N° 35. Levantamiento de cada intersección.....	66
Figura N° 36. Toma de medidas de semáforos	66
Figura N° 37. Toma de características geométricas de la vía	67
Figura N° 38. Levantamiento planimétrico intersección 1	68
Figura N° 39. Levantamiento planimétrico intersección 2	69
Figura N° 40. Levantamiento planimétrico intersección 3	70
Figura N° 41. Levantamiento planimétrico intersección 4	71
Figura N° 42. Señal vertical de un movimiento no permitido	71
Figura N° 43. Levantamiento planimétrico intersección 5	72
Figura N° 44. Levantamiento planimétrico intersección 6	73
Figura N° 45. Levantamiento planimétrico intersección 7	74
Figura N° 46. Levantamiento planimétrico intersección 8	75
Figura N° 47. Fotografía de la Intersección 8	76
Figura N° 48. Cámara fija de la Municipalidad del Cusco	76
Figura N° 49. Hora punta del día viernes.....	81
Figura N° 50. Grabación en la hora punta en la intersección 6.....	83
Figura N° 51. Grabación en la hora punta en la intersección 5.....	83
Figura N° 52. Grabación en la hora punta en la intersección 3.....	84
Figura N° 53. Grabación en la hora punta en la intersección 2.....	84
Figura N° 54. Flujograma vehicular de la intersección 1.....	86
Figura N° 55. Flujograma vehicular de la intersección 2.....	87
Figura N° 56. Flujograma vehicular de la intersección 3.....	88
Figura N° 57. Flujograma vehicular de la intersección 4.....	89
Figura N° 58. Flujograma vehicular de la intersección 5.....	90
Figura N° 59. Flujograma vehicular de la intersección 6.....	91
Figura N° 60. Flujograma vehicular de la intersección 7.....	92
Figura N° 61. Flujograma Vehicular de la intersección 8.....	93
Figura N° 62: Señal vertical de velocidad.....	97
Figura N° 63. Fase semafórica de la intersección 1	98
Figura N° 64. Fase semafórica de la intersección 3	99
Figura N° 65. Fase semafórica de la intersección 5	100
Figura N° 66. Fase semafórica de la intersección 6	100



Figura N° 67. Fases semafóricas de la intersección 8 - I	101
Figura N° 68. Fases semafóricas de la intersección 8 - II	101
Figura N° 69. Crecimiento vehicular	108
Figura N° 70. Manera de insertar la imagen satelital	114
Figura N° 71. Coordenadas de la primera intersección.....	114
Figura N° 72. Imagen satelital de la Av. El Sol en el Synchro	115
Figura N° 73. Trazado de vías en el Synchro.....	115
Figura N° 74. Configuración nema de la primera intersección.....	126
Figura N° 75. Configuración nema de la tercera intersección	127
Figura N° 76. Configuración nema de la quinta intersección	128
Figura N° 77. Configuración nema de la sexta intersección	129
Figura N° 78. Configuración nema de la octava intersección.....	129
Figura N° 79. Niveles de servicio de las tres primeras intersecciones en la situación actual	134
Figura N° 80. Relación de v/c de las tres primeras intersecciones por movimientos permitidos en la situación actual	134
Figura N° 81. Niveles de servicio de la cuarta a la sexta intersección en la situación actual	135
Figura N° 82. Relación de v/c de la cuarta a la sexta intersección por movimientos permitidos en la situación actual	135
Figura N° 83. Niveles de servicio de la séptima y octava intersección en la situación actual	135
Figura N° 84. Relación de v/c de la séptima y octava por movimientos permitidos en la situación actual.....	136
Figura N° 85. Niveles de servicio de las tres primeras intersecciones en la situación crítica	137
Figura N° 86. Niveles de servicio de la cuarta a la sexta intersección en la situación crítica	138
Figura N° 87. Nivel de servicio de la séptima y octava intersección en la situación crítica..	138
Figura N° 88. Relación v/c de las tres primeras intersecciones por movimientos permitidos en la situación crítica.....	139
Figura N° 89. Relación v/c de la cuarta a la sexta intersección en la situación crítica	139
Figura N° 90. Relación v/c de la séptima y la octava intersección en la situación crítica.....	139
Figura N° 91. Niveles de servicio de las tres primeras intersecciones con efecto de ola Verde	141
Figura N° 92. Niveles de Servicio de la cuarta a la sexta intersección con efecto de la ola verde	141
Figura N° 93. Nivel de servicio de la séptima y octava intersección con efecto de la ola verde	142



Figura N° 94. Relación v/c de las tres primeras intersecciones por movimientos permitidos con efecto de la ola verde	142
Figura N° 95. Relación de v/c de la cuarta a la sexta intersección por movimientos permitidos con efecto de la ola verde	143
Figura N° 96. Relación v/c de la séptima y octava intersección por movimientos permitidos con efecto de la ola verde	143
Figura N° 97. Fase semafórica 1 con efecto de la ola verde	144
Figura N° 98. Fase semafórica 2 con efecto de la ola verde	144
Figura N° 99. Fase semafórica 3 con efecto de la ola verde	145
Figura N° 100. Fase Semafórica 5 con efecto de la ola verde	145
Figura N° 101. Fase Semafórica 6 con efecto de la ola verde	146
Figura N° 102. Fase Semafórica 7 con efecto de la ola verde	146
Figura N° 103. Fase semafórica 8 con efecto ola verde.....	147
Figura N° 104. Diagrama de tiempo – espacio desde Mantas hasta Pumaqchupan.....	148
Figura N° 105. Diagrama de tiempo – espacio desde Pumaqchupan hasta Mantas.....	148
Figura N° 106. Delimitación del área en estudio Av. el sol.....	160
Figura N° 107. Validación de instrumentos – formato 1	169
Figura N° 108. Validación de instrumentos - formato 2	170
Figura N° 109. Validación de instrumentos – formato 3	171
Figura N° 110. Validación de Instrumentos – Formato 4	172
Figura N° 111. Plano catastral de la Av. El Sol	180
Figura N° 112. Levantamiento planimétrico de la Av. El Sol	181
Figura N° 113. Situación actual	256
Figura N° 114. Situación con efectos de la ola verde	256



Resumen

El crecimiento de parque automotor causa problemas viales debido a la sobredemanda que se tiene en las infraestructuras. Esta problemática también se observa en nuestra ciudad del Cusco, y principalmente se evidencia en la Av. El Sol. Es por ello, que la presente tesis denominada como: *“EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023.”*; tiene como objetivo principal evaluar el efecto que tiene la implementación del sistema de ola verde en las diferentes intersecciones teniendo así como hipótesis principal que con la implementación de dicho sistema se optimizará el nivel de servicio, volumen sobre capacidad (v/c) y la distribución de los tiempos semafóricos. La presente tesis se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo de diseño experimental y alcance descriptivo - explicativo, además haciendo uso del Manual de Capacidad de Carreteras 6th edición (HCM), específicamente el capítulo 16 - coordinación de semáforos. Se tiene como población ocho intersecciones, cinco semaforizadas y tres no semaforizadas. Esta investigación abarca la recopilación de datos actuales en referencia a velocidades vehiculares, tiempos semafóricos, aforos vehiculares y características de la avenida en estudio. Además, para la modelación de la coyuntura actual de la vía se utiliza el software Synchro Traffic 11.00, teniendo como resultados significativos las siguientes variaciones con la implementación del sistema de ola verde: El nivel de servicio se reduce en las intersecciones 2, 5 y 6 de “F” a “C”; el volumen sobre capacidad (v/c) se reduce en la intersección 2 de 1.16 a 0.86, en la intersección 8 de 1.15 a 1.09; en la intersección 5 de 1.52 a 0.81, en la intersección 6 de 2.40 a 0.88 y en el tiempo semafórico se disminuye la longitud de ciclo en todas las intersecciones de 120 segundos a 90 segundos. Finalmente, se concluye que posterior a la realización de un estudio vial se pueden realizar diferentes modificaciones en favor de mejorar la calidad de servicio vial brindado a los ciudadanos. Al culminar los análisis respectivos se puede afirmar que la aplicación del sistema ola verde mejora el nivel de servicio, la relación de volumen sobre capacidad (v/c), y el tiempo semafórico; por ende, se logra mejorar la circulación vial.

Palabras clave:

Sistema de ola verde, relación de volumen sobre capacidad (v/c), Tiempo semafórico.



Abstract

The growth of the vehicle fleet causes road problems due to the overdemanding infrastructure. This problem is also observed in our city of Cusco, and it is mainly evidenced in El Sol Avenue. It is for this reason that the present thesis entitled: "EVALUATION OF THE LEVELS OF SERVICE, SEMAPHORIC TIME AND VOLUME OVER CAPACITY THROUGH THE IMPLEMENTATION OF THE GREEN WAVE SYSTEM AT THE INTERSECTIONS OF AV EL SOL, CUSCO-2023." The main objective of the study is to evaluate the effect of the implementation of the green wave system in the different intersections having as main hypothesis that with the implementation of such system the level of service, volume over capacity (v/c) and the distribution of traffic light times will be optimized. This thesis is developed under a quantitative approach of experimental design and descriptive-explanatory scope, also making use of the Highway Capacity Manual 6th edition (HCM), specifically chapter 16 - traffic light coordination. The population is eight intersections, five of which are traffic signalized and three of which are not. This research includes the collection of current data regarding traffic signal timing, vehicle flow rates and characteristics of the avenue under study. In addition, the Synchro Traffic 11.00 software is used to model the current situation of the road, with the following significant results with the implementation of the green wave system: The level of service is reduced at intersections 2, 5 and 6 from "F" to "C"; the volume over capacity (v/c) is reduced at intersection 2 from 1.16 to 0.86, at intersection 8 from 1.15 to 1.09; at intersection 5 from 1.52 to 0.81, at intersection 6 from 2.40 to 0.88 and the cycle time at all intersections is reduced from 120 seconds to 90 seconds. Finally, it is concluded that after conducting a road study, different modifications can be made to improve the quality of road service provided to citizens. At the end of the respective analyses, it can be affirmed that the application of the green wave system improves the level of service, the volume over capacity ratio (v/c), and the traffic light time; therefore, it improves traffic circulation.

Key words:

Green wave system, volume over capacity (v/c) ratio, traffic signal timing.



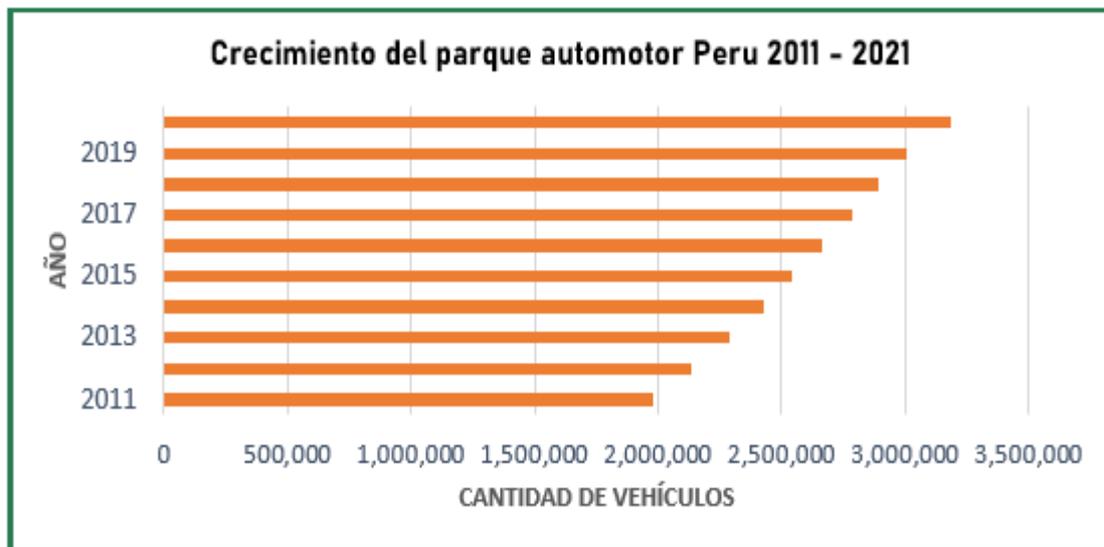
Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

1.1.1. Descripción del Problema a Investigar

El parque automotor a nivel nacional sigue un incremento constante que afecta a las infraestructuras viales que inicialmente fueron diseñadas, construidas y señalizadas considerando una afluencia mucho menor a la que se presenta hoy en día. Según los resultados brindados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2022), durante el año 2011 se contaba con 1,979,865 vehículos en todo el Perú y para el año 2021 se contó con 3,186,730 habiendo un incremento de 1,206,865 vehículos.

Figura N° 1. Crecimiento del parque automotor en el Perú.



Fuente: Elaboración propia

En la ciudad de Cusco la cantidad de vehículos ha aumentado un 328% en los últimos 10 años, mientras que su infraestructura vial se ha mantenido prácticamente sin cambios.

En el Plan Maestro del centro Histórico del Cusco se expone que a partir de 1990 se tiene un alto incremento vehicular producto de las políticas de importación implementadas por el gobierno, en su mayoría estos vehículos son utilizados como taxis y unidades de transporte urbano; en consecuencia, se tiene congestión y caos vial en los puntos críticos del centro histórico, calles y avenidas que funcionan como nexo de comunicación de los distritos, tal como la Av. El Sol que une a los distritos Cusco – Wánchaq. (Municipalidad del Cusco, 2018)



“Si sigue aumentando el número de vehículos, el problema del tráfico y la congestión no se resolverá porque Cusco tiene muchos edificios históricos y las vías no se pueden ensanchar” (BNamericas, 2021).

La Avenida El Sol se encuentra ubicada en el Centro Histórico del Cusco; en dicha vía podemos hallar una gran variedad de restaurantes, bancos, museos, cajas de cambio, agencias de viajes, zonas laborables, centros educativos y comercios. Es por ello que, todo el día presenta una gran afluencia de vehículos principalmente en horas pico en las cuales se puede evidenciar que la demanda vehicular supera a la oferta vial, valor que se refleja en la relación volumen sobre capacidad (v/c).

Figura N° 2. Presencia de centros comerciales en la Av. El Sol



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los tiempos semafóricos actuales cuentan con un total de 120 segundos en los semáforos que controlan el desplazamiento vehicular por la misma Av. El Sol desde la intersección de Ayacucho hasta Av. Garcilaso, por otra parte, la intersección con calle Mantas y con Av. Tullumayu presentan diferente ciclo semafórico dando a entender que actualmente no existe una ola verde que abarque toda la Avenida en su totalidad. Asimismo, se evidencia una distribución que otorga mayor tiempo al rojo. Esta situación ocasiona la congestión debido a que se presentan tiempos de espera de más de 60 segundos en el que los vehículos se encuentran totalmente detenidos, generando a su vez grandes colas. Por otra parte, se aprecia la

carencia de coordinación simultánea entre los semáforos, evidenciado en el desorden que generan los flujos vehiculares que ingresan por las diferentes intersecciones.

La insuficiencia del sistema vial se ve intensificada por la circulación de los vehículos de turismo que, pese a que se encuentran restringidos al igual que los vehículos pesados, continúan circulando por el centro histórico con normalidad. Además, los vehículos destinados al transporte público vienen incrementando su tamaño, por lo que representan un problema al estacionarse y circular por las vías. El tráfico generado en la Av. El Sol pone en manifiesto que los vehículos circulan con una velocidad operacional mínima, prolongados tiempos de espera en las intersecciones que incrementan el tiempo total de viaje.

Figura N° 3. Señales de restricción al ingreso de vehículos en la Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, el nivel de servicio que se presenta es deficiente, ya que los usuarios involucrados en el tránsito padecen diversas dificultades tales como:

- El flujo forzado debido a la presencia de vehículos de turismo y transporte urbano que generan complicaciones en las esquinas de las intersecciones y en las vías angostas debido a su tamaño.



- Pérdidas horas- hombre y horas-máquina por los excesivos tiempos de demora, configuración semafórica inadecuada y velocidad operacional mínima.
- Contaminación ambiental por el gasto insulso de combustible.
- Los accidentes ocasionados por la evidente falta de cultura vial.
- Disminución en la calidad de vida debido al estrés.

Ante esta problemática, se hace evidente la carencia de un sistema adecuado de gestión del tráfico y la necesidad de una evaluación de la avenida de estudio.

Figura N° 4. Tráfico vehicular en la Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia

1.2. Problema de Investigación

1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cuál es el efecto que tiene la implementación del sistema de ola verde en el nivel de servicio, volumen sobre capacidad (v/c) y los tiempos semafóricos en las intersecciones de la Av. El Sol.

1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos

Problema específico 1: ¿Cómo varían los tiempos semafóricos con la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.?

Problema específico 2: ¿De qué manera varía el volumen sobre la capacidad (v/c) mediante la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.?



Problema específico 3: ¿Como afecta la implementación del sistema ola verde en los tiempos de demora en las intersecciones de la Av. El Sol?

Problema específico 4: ¿Como afectan los tiempos semafóricos actuales y los tiempos semafóricos recalculados con sistema ola verde a la velocidad en las intersecciones de la Av. El Sol?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Conveniencia

La Av. El Sol es una vía ubicada en el centro histórico y en todo el tramo se presenta gran afluencia de vehículos que superan la capacidad de la estructura vial. Es por ello, que en la presente investigación se aplica el sistema ola verde considerando los tiempos semafóricos que se presentan en la vía, para así poder recalculer los tiempos y poder llegar a una propuesta de solución adecuada que minimice los tiempos de demoras, se optimice el tiempo de viaje total proveyendo a los usuarios de una circulación confortable con orden y mejor transitabilidad vehicular.

1.3.2. Relevancia Social

La situación actual de la Av. El Sol presenta deficiencias en diferentes aspectos que se ven reflejados en las dificultades que atraviesan los usuarios relacionados a la transitabilidad en la vía. El problema de congestión vehicular genera pérdida de tiempo además de molestia en conductores y peatones que transitan diariamente. Debido a estos inconvenientes, la presente investigación busca proporcionar una adecuada sincronización de los semáforos aplicando el sistema ola verde, con la finalidad de minimizar el tiempo que se desperdicia en paradas en cada una de las intersecciones que abarca la avenida en estudio y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos que se desplazan tanto en transporte público como privado para cumplir con sus actividades diarias.



1.3.3. Implicancias Prácticas

La recolección de datos que se efectúa en las diferentes intersecciones que componen la vía de estudio de la presente tesis se utilizan con la finalidad de realizar el análisis del nivel de servicio, volumen sobre capacidad y tiempo semafórico; estas evaluaciones permiten conocer el estado situacional actual de la vía. La presente investigación proporciona una alternativa de solución mediante la aplicación de la ola verde de manera tal que, la distribución de los tiempos semafóricos permita el desplazamiento de los vehículos a una velocidad uniforme además de un flujo continuo y estable optimizando el tiempo de viaje y minimizando la congestión vehicular.

1.3.4. Valor Teórico

La presente investigación se desarrolla dentro de la rama de transportes en relación a la aplicación del sistema de ola verde como una herramienta para la gestión del tránsito en la ciudad del Cusco, siendo significativo el aporte tanto de los datos como de las conclusiones obtenidas. Con la evaluación realizada en el presente estudio, se podrá comprobar el efecto que tiene la aplicación sistema ola verde en el centro de la ciudad del Cusco en referencia a la eficiencia, mejora de movilidad vehicular y calidad del transporte.

1.3.5. Unidad Metodológica

Teniendo como propósito alcanzar el objetivo general y los objetivos específicos, se utilizan fichas de observación para recolectar los datos que se consideren necesarios para el adecuado desarrollo de la presente tesis, el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 6TH), software de modelación Synchro Traffic 11.0.0, además de los flujogramas vehiculares que en conjunto contribuyen al mejor entendimiento en las definiciones de las variables al momento de realizar el procedimiento experimental pudiendo ser utilizado como antecedente en futuras investigaciones.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto que tiene la implementación del sistema de ola verde en el nivel de servicio, volumen sobre capacidad (v/c) y los tiempos semafóricos en las intersecciones de la Av. El Sol.



1.4.2. *Objetivos Específicos*

Objetivo Específico 1:

Recalcular los tiempos semafóricos actuales con la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.

Objetivo Específico 2:

Verificar el volumen sobre la capacidad (v/c) actual y con la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.

Objetivo Específico 3:

Determinar los tiempos de demora actuales y con la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.

Objetivo Especifico 4:

Contrastar la velocidad con los tiempos semafóricos actuales y los tiempos semafóricos recalculados bajo efectos del sistema ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.

1.5. **Delimitación del Estudio**

1.5.1. *Delimitación Espacial*

La investigación se delimitó espacialmente en la Av. El Sol, ubicado en el distrito del Cusco, provincia del Cusco y departamento del Cusco, siendo el punto de partida el cruce de la Av. El Sol y Calle Mantas, y concluyendo en el cruce con Tullumayu.

Tabla N° 1. Coordenadas de la zona en estudio

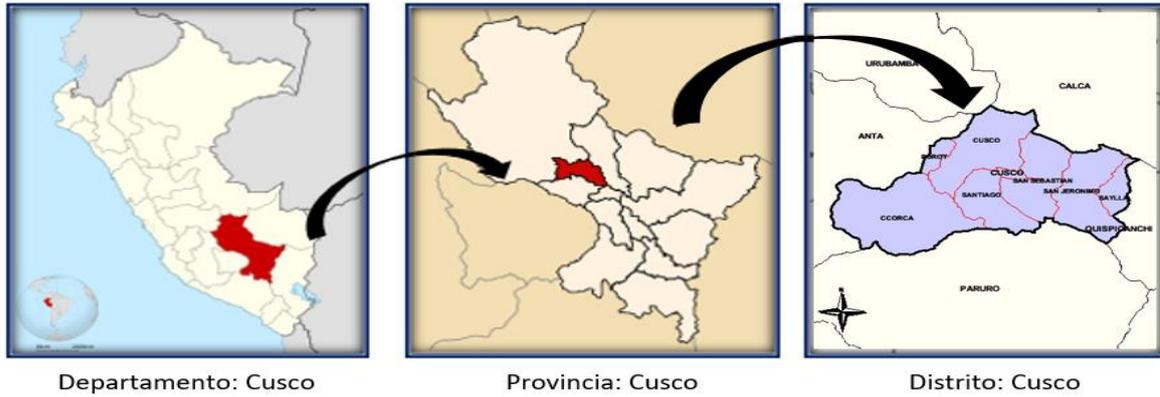
	Inicio	Fin
Norte	8503656.91 m	8503905.93 m
Este	177510.34 m	178254.77 m
Cota	3443.90 m.s.n.m.	3416.11 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia



Ubicación Geopolítica

Figura N° 5. Ubicación Geopolítica



Fuente: Elaboración propia

1.5.2. *Delimitación Temporal*

Los datos requeridos para la realización de la presente tesis son tomadas durante el presente año 2023, estos datos son los tiempos semafóricos que se emplean en las 5 intersecciones de la Av. El Sol, la demanda vehicular y características geométricas principales en las diferentes intersecciones y la velocidad empleada en los diferentes tramos.



Capítulo 2: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Antecedente Internacional N°1

En el artículo científico de Postgrado denominado como “**Análisis De Sincronización De Semáforos Utilizando El Programa Synchro**” cuyos autores son Alba Menéndez, María y Hernández Menéndez, Oisy en el año 2020 en la Habana - Cuba, tiene como objetivo mitigar la congestión de las vías que presentan mayor conflicto vial de la Habana donde se presentan demoras, accidentes de tránsito, tráfico vehicular y contaminación atmosférica, utilizando como apoyo el Software Synchro. Para poder mitigar la congestión se realiza el recálculo en la sincronización de las cadenas semafóricas, abordando parámetros como son: Los ciclos semafóricos, el tiempo de verde total, desfase y ancho de banda, además se considera la minimización del tiempo que demoran los usuarios (principalmente conductores). Como población se tiene los cruces semaforizados de las arterias urbanas de la Habana teniendo como resultados una disminución de más de 350 vehículos en la zona, así como la variación positiva del nivel de servicio de un “D” y “E” a un “B”; disminuyendo más del 50% de las demoras, la medida de la relación volumen sobre capacidad (v/c) disminuyó un promedio de 0.25. En general se optimiza los parámetros de tránsito de la arteria y se disminuye el nivel de servicio. (Alba Menendez & Hernandez Menendez, 2020)

El aporte del estudio a la presente investigación es que al tener una sincronización adecuada de los tiempos semafóricos nos asegura que habrá una mejora notable en los niveles de servicio, en comparación con Alba Menendez & Hernandez Menendez (2020), se busca que el flujo vehicular sea continuo con las condiciones actuales que se presenta en la vía como la ubicación de los paraderos de transporte público.

Antecedente Internacional N°2

La tesis de pre grado denominada como “**Propuesta Para Reducir Los Tiempos De Viaje Del Modo De Transporte Público Metrobús Mediante El Uso Del Sistema De Priorización De Semáforos**”, cuyo autor es Rello Rincon, Emilio en el año 2020 de la Universidad Nacional Autónoma de México en la ciudad de México tiene como objetivo el planteamiento de una alternativa de solución a los elevados tiempos de traslado del sistema de transporte mediante la aplicación del sistema de priorización semafórica (TSP). La metodología aplicada en la



investigación de estudio está basada en el modelamiento utilizando el software VISSIM 11. El procedimiento se basa en una recopilación de información referente a las intersecciones, fases semafóricas, paradas de la línea Metrobús y aforo de los usuarios de la línea en estudio. Se tiene como población de estudio un total de siete intersecciones para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: El tiempo perdido por los usuarios en cada cruce semafórico es más de la cuarta parte del tiempo total de viaje. En conclusión, la implementación del sistema TSP mejoró notablemente los tiempos de espera disminuyendo el tiempo total de viaje, en la hora pico por la mañana se apreció mejoras más significativas en comparación a la vespertina, presentando mejoras porcentuales en el tiempo total de recorrido de 4.5 % y 1.5% respectivamente. (Rello Rincón, 2020)

El aporte del estudio a la presente investigación es que, mediante el uso de un software se puede obtener una visualización de la situación actual de manera certera, realizando la simulación del flujo vehicular y de otras situaciones que pueden presentarse en un futuro y así poder plantear soluciones más adecuadas para mejorar el nivel de servicio y la minimización de presencia de colas en los cruces semaforizados, en comparación con Rello Rincón (2020), se considera todos los tipos de vehículos que se desplazan por la Av. El Sol considerando la velocidad operacional para cálculos más adecuados.

Antecedente Internacional N°3:

La tesis de pre grado denominada como **“Coordinación De Semáforos En La Avenida Miguel Ángel De Quevedo”**, cuyo autor es Peña Garibay, Ricardo en el año 2016 de la Universidad Nacional Autónoma de México en la ciudad de México tiene como objetivo coordinar los semáforos de la avenida Miguel Ángel de Quevedo. La metodología aplicada en la investigación de estudio está basada en la micro simulación utilizando el software VISSIM. El procedimiento se basa en la recolección de información de los tiempos de recorrido, los aforos vehiculares, la programación semafórica y una proyección a futuro. Se tiene como población de estudio a diecisiete cruces considerando dos rutas de estudio “E-W” (este – oeste) y “W-E” (oeste – este), para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: El tiempo de recorrido disminuye con la coordinación semafórica en “E-W” de 8 minutos con 15 segundos a 6 minutos con 46 segundos y en “W-E” de 4 minutos con 47 segundos a 3 minutos con 46 segundos. El nivel de servicio en la ruta “E-W” se mantiene en “F” y en “W-E” pasa de “E” a “D”. En conclusión, únicamente modificando la sincronización semafórica se puede llegar a



mejorar las condiciones de servicio, además es recomendable ajustar los tiempos semafóricos dos veces al año para así evitar más adelante problemas de flujo vehicular. (Peña Garibay, 2016)

El aporte del estudio a la presente investigación es que, si una sincronización adecuada de los tiempos semafóricos nos permite mejorar los niveles de servicio y disminución de los tiempos de demora; la realización de una proyección a futuro nos puede brindar soluciones más adecuadas y así poder tener una actualización de datos más certeros, en comparación con Peña Garibay (2016) en el presente estudio muy aparte de realizar las modificaciones de los tiempos semafóricos se toma en consideración la adición de nuevos semáforos así como también la limitación de algunos vehículos en la hora punta.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Antecedente Nacional N°1

La tesis de pre grado denominada como **“Reducción De La Congestión Vehicular A Través De La Implementación De La Ola Verde En La Av. Caminos Del Inca En El Tramo Comprendido Entre Jr. Batallón Callao Norte Y Jr. Cádiz En El Distrito De Surco”**, cuyos autores son Campomanes Campomanes, Alfredo y López Olivera, Joel en el año 2019 de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en la ciudad de Lima, tiene como objetivo disminuir la congestión de vehículos y generar un cambio positivo del nivel de servicio en cada intersección mediante la implementación de todo verde. La metodología aplicada en la investigación de estudio es la HCM 2010 además se utiliza como apoyo el software Synchro Traffic 8.0. El procedimiento se basa en una recopilación de información referente al aforo vehicular, cuantificación del ciclo semafórico y determinación de fases para realizar una propuesta de gestión del tráfico. Se tiene como población 4 intersecciones semaforizadas para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: En el cruce N° 01 pasó de C a B, en el N° 02 de F a D, en el N° 03 de C a B y en el N° 04 de C a B, del mismo modo se disminuyeron los tiempos de espera: Se presenta disminución de 20.1 segundos a 16.7 segundos en el cruce n°1, de 332.2 segundos a 35.3 segundos en el cruce 2, de 239.9 segundos a 11.4 segundos en el tercer cruce y de 37.0 segundos a 6.3 segundos en el cuarto cruce. En general, debido a la sincronización gradual de los semáforos en verde, el tiempo de viaje en la vía de estudio disminuyó de aproximadamente 6 minutos 30 segundos a 1 minuto 28 segundos. (Campomanes Campomanes & López Olivera, 2019)



El aporte del estudio a la presente investigación es que mediante el uso de un software se puede obtener una visión que contemple el conjunto de datos que se han recopilado y el efecto que tiene la ola verde al ser aplicado en las intersecciones de estudio, en comparación con Campomanes Campomanes & López Olivera (2019), al tener una vía ubicada en el centro histórico del Cusco las alternativas de solución no se basan en las modificaciones del diseño geométrico.

Antecedente Nacional N°2

La tesis de pre grado denominada como **“Implementación De Olas Verdes Para La Reducción Del Nivel De Congestionamiento Desde El Jirón Huancas Hasta La Avenida Huancavelica En La Avenida Giráldez Y Paseo La Breña”**, cuyo autor es Meza Apaza, Kheyko Annsherly en el año 2017 de la Universidad Continental en la ciudad de Huancayo, tiene como objetivo la reducción del nivel de servicio en el área de estudio. La metodología aplicada en la investigación tiene un enfoque cuantitativo, con una investigación correlacional y un diseño experimental. El procedimiento se basa en identificar las diferentes causas que generan congestionamiento y deficiente nivel de servicio en los cruces, el tiempo de recorrido y demoras existentes entre los puntos extremos de la vía, además de los ciclos semafóricos para conocer la calidad de las condiciones operativas y plantear el uso del sistema ola verde. Por otra parte, también se realiza una proyección a los 5 años y 10 años para evaluar situaciones futuras. Se tiene como población el Jirón Huancas hasta la avenida Huancavelica para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados en los cruces: El nivel de servicio pasa de “F” a “D”, de “F” a “C” y de “C” a “B”. El tiempo que demora recorrer toda la vía en su totalidad inicialmente son 25 minutos y con la aplicación del verde semafórico de manera sincronizada, se reduce a 10 minutos. En general se reduce el nivel de congestionamiento, sin embargo, de las proyecciones realizadas, se concluye que, pese a la implementación de la ola verde, posterior a 10 años se tendrá problemas con el congestionamiento, por lo que se deberá plantear otras alternativas de solución. (Meza Apaza, 2017)

El aporte del estudio a la presente investigación es que, si bien el efecto de emplear el todo verde en una determinada vía puede otorgar beneficios en la reducción del nivel de servicio y tiempos de demora; la realización de una proyección futura puede brindar información de hasta qué punto esta solución es factible y ya se debería tomarse otras alternativas para solucionar el congestionamiento vehicular, en comparación con Meza Apaza (2017), se toma en consideración las velocidades aplicadas en la vía en estudio.



Antecedente Nacional N°3

La tesis de pre grado denominada como **“Mejoramiento De Los Niveles De Servicio A Través De La Implementación Del Efecto De Ola Verde En Intersecciones Sincronizadas De La Av. Juan Pardo De Zela Desde La Av. Prolongación Iquitos Hasta La Av. Arequipa”**, cuyos autores son Otoya Ortega, Pamela y Romero Gamarra, Renato en el año 2019 de la Universidad Continental en la ciudad de Lima, tiene como objetivo tener una disminución en los niveles de servicio actuales. La metodología aplicada tiene una investigación descriptiva además utilizó como apoyo el software Synchro Traffic 9.0. El procedimiento se basa en la recopilación de datos respecto a volúmenes de tránsito, las señalizaciones y la proyección del tránsito futuro. Se tiene como población al conjunto de vehículos públicos y privados que transitan por la Av. Pardo de Zela para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados bajo la influencia de la onda verde: Una reducción en el uso de combustible en un 25 %, en el ciclo semafórico se tuvo una reducción de 119 segundos a 80 segundos y en el nivel de servicio en las intersecciones más críticas se disminuyó de un “F a C”. En general se logra una disminución en el nivel de servicio, una mejora considerable en el tiempo de viaje, lo que permite elevar el nivel de bienestar del usuario y reduce la contaminación ambiental a través del ahorro de combustible. (Otoya Ortega, 2019)

El aporte del estudio a la presente investigación es que, al tener una coordinación semafórica óptima obtenida considerando las características propias de las intersecciones en estudio, se puede reducir de manera significativa los tiempos de recorrido y por ende mejorar de manera notable los niveles de servicio, en comparación con Otoya Ortega (2019) se tiene mayor complejidad en los movimientos permitidos.

2.1.3. Antecedentes Locales

Antecedente Local N° 1:

La tesis de pre grado denominada como **“Influencia De La Aplicación Del Sistema De Ola Verde En La Congestión Vehicular De La Avenida De La Cultura, Cusco 2021”**, cuyos autores son Sayán Galdos, Winny y Solis Farfán, Nilton en el año 2021 de la Universidad Andina del Cusco en la ciudad de Cusco, tiene como objetivo mitigar el tráfico vehicular de la Av. De La cultura, mediante la implementación de la ola verde para así mejorar los niveles de servicio. La tesis se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo de diseño experimental y alcance



explicativo, teniendo como población treinta y dos intersecciones. El procedimiento se basa en una recopilación de información referente al conteo vehicular y un inventario vial, con todos estos datos obtenidos se realiza el modelamiento en el programa Synchro Traffic 10. Los resultados obtenidos demuestran reducciones en el nivel de servicio, tiempo de demora y aumento en el tiempo de verde semafórico, por ejemplo: En el cruce Av. La Cultura – Jirón Ricardo Palma el grado de saturación disminuye de 1.03 a 0.89, el nivel de servicio pasa de “E” a “C”. Además, el tiempo de viaje promedio se reduce de 11.36 minutos a 6 minutos. El estudio concluye que, aplicando el sistema ola verde y realizando variaciones en la gestión de tráfico se logra una mejora significativa en el nivel de servicio de los cruces semaforizados y los tiempos de espera disminuyeron favorablemente. (Sayan Galdos & Solis Farfán, 2021)

El aporte del estudio a nuestra investigación es que asegura que, realizando las modificaciones pertinentes en la sincronización semafórica con el sistema ola verde, se brindará un mejor nivel de servicio, así como una disminución notable del tiempo perdido al recorrer el tramo en su totalidad, en comparación con Sayan Galdos & Solis Farfán (2021), los tiempos semafóricos en el presente estudio presentan en todas las intersecciones la misma configuración.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Infraestructura vial

Lo más importante para un país grande es su sistema vial, debido a que este refleja el nivel de desarrollo que se tiene, es de suma importancia contar con una buena calidad y extensión de las vías ya que esta evidencia el nivel de vida.

La infraestructura vial es un grupo de carreteras, calles, avenidas, puentes y caminos que conforman la red de transporte terrestre, dicha infraestructura es fundamental para facilitar el desplazamiento de personas, mercadería y unir comunidades, tener una buena estructura vial significa contar con vías en un estado óptimo que permitan un desplazamiento más fluido, esto reduce los tiempos de viaje, mejora la conectividad y estimula el desarrollo económico. (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)

2.2.1.1. Transito Vial

El tránsito vial es el fenómeno que sucede por el desplazamiento de vehículos, personas y animales por una carretera, calle o interestatal.



Dado que esta información es útil para una amplia variedad de tareas, entre las que se incluyen: el desarrollo de carreteras y planes de transporte; el análisis del rendimiento económico; el establecimiento de criterios de definición geométrica; la selección y aplicación de medidas de control del tráfico; la evaluación del rendimiento de las instalaciones de transporte, etc. Es imperativo que las características y diseños de las carreteras se basen explícitamente en la consideración de los volúmenes de tráfico y las condiciones necesarias para un flujo más seguro.

Junto con la selección del vehículo del proyecto, debe considerarse la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía, determinada por estudios de tráfico y sus proyecciones que tengan en cuenta el desarrollo futuro de la zona tributaria de la carretera y el uso de cada tramo del proyecto.

2.2.1.2. **Índice medio diario anual (IMDA)**

Refleja la media aritmética de los volúmenes diarios para todos los días del año, previstos o existentes en un tramo determinado. Su conocimiento permite calcular la viabilidad económica y cuantificar la importancia de la vía en el tramo considerado.

Los valores IMDA para tramos de carretera específicos proporcionan la información necesaria para que el proyectista determine las características de diseño de la carretera, su clasificación y los programas de mejora y mantenimiento. Los valores de vehículos/día son esenciales para evaluar los programas de seguridad vial y valorar la calidad de los servicios de transporte por carretera.

El IMDA se utiliza principalmente con fines de planificación: diseño de carreteras, programas de mejora de pavimentos, determinación de tendencias en el uso de carreteras, determinación de características geométricas generales, proyectos de señalización y alumbrado, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

2.2.1.3. **Clasificación de las carreteras**

Las carreteras peruanas según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018) se clasifican en función de su nivel de exigencia de la siguiente manera:



Autopistas de Primera Clase

Las carreteras en cuestión presentan un IMDA (Índice Medio Diario Anual) superior a 6000 vehículos diarios. Se caracterizan por tener una anchura mínima del separador central de 6,00 m, y cada calzada contiene dos o más carriles de al menos 3,60 m de anchura. Además, estas carreteras poseen un control total sobre los puntos de acceso, garantizando un flujo vehicular ininterrumpido sin intersecciones ni cruces a nivel. En las zonas urbanas, las pasarelas peatonales facilitan el paso seguro de los peatones. En las regiones metropolitanas, es deseable que la infraestructura de transporte carezca de intersecciones o cruces a nivel del suelo. En su lugar, se recomienda la inclusión de pasarelas peatonales para garantizar el paso seguro de los peatones. Es imperativo pavimentar el firme de estas carreteras. (MTC, 2018)

Autopistas de Segunda Clase

Se trata de carreteras con una IMDA entre 6.000 y 4.001 vehículos diarios, con calzadas separadas por un separador central cuya anchura puede oscilar entre 6.00 y 1.00 metros, en cuyo caso se instalará un sistema de contención de vehículos; cada una de las calzadas debe tener dos o más carriles de al menos 3,60 metros de anchura, con control parcial de accesos (entradas y salidas) que proporcionen flujos vehiculares continuos; podrán contar con cruces a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas, estas carreteras deben tener un firme cementado. (MTC, 2018)

Carreteras de Primera Clase

Estas carreteras tienen una IMDA de entre 4.000 y 2.001 vehículos al día y una calzada mínima de dos carriles de al menos 3,60 m de ancho. Pueden tener pasos a nivel y, en zonas urbanas, se recomiendan puentes peatonales u otros dispositivos de seguridad vial que permitan velocidades de circulación más seguras. Estas carreteras deben tener superficies asfaltadas. (MTC, 2018)

Carreteras de Segunda Clase

Son carreteras de dos carriles con una IMDA de entre 2.000 y 400 vehículos al día y una anchura mínima de 3,30 metros. Pueden tener cruces a nivel o cruces vehiculares, y en zonas urbanas es preferible contar con puentes peatonales o dispositivos de seguridad vial que permitan velocidades de operación más seguras. Estas carreteras deben tener superficies asfaltadas. (MTC, 2018)



Carreteras de Tercera clase

Se trata de carreteras de dos carriles con un IMDA inferior a 400 vehículos diarios y una anchura mínima de 3,00 metros. Con el apoyo técnico adecuado, estas carreteras pueden tener carriles de hasta 2,50 metros de anchura en raras ocasiones. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones básicas o económicas, como la aplicación de estabilizadores del suelo, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos, o con superficies pavimentadas. En el caso de las calzadas pavimentadas, deben cumplir los requisitos geométricos especificados para las carreteras de segunda clase. (MTC, 2018)

Trochas Carrozables

Se trata de vías transitables que carecen de las características geométricas de una autopista y por las que suelen pasar menos de 200 vehículos al día. Sus carreteras deben tener una anchura mínima de 4,00 metros, en cuyo caso deben construirse plataformas de cruce al menos cada 500 metros. La superficie de la carretera puede estar afirmada o sin afirmar. (MTC, 2018)

2.2.1.4. Clasificación por su orografía

Dependiendo de la orografía predominante del terreno que atraviesan, las carreteras peruanas se clasifican de la siguiente manera.

Terreno llano (tipo 1)

Sus pendientes transversales al eje de la vía son inferiores o iguales al diez por ciento (10%), y sus pendientes longitudinales suelen ser inferiores al tres por ciento (3%), lo que requiere una cantidad mínima de movimiento de tierras, por lo que su configuración no plantea retos significativos. (MTC, 2018)

Terreno ondulado (tipo 2)

Presenta pendientes transversales al eje de la vía entre el 11% y el 50% y longitudinales entre el 3% y el 6%, necesitando un movimiento de tierras moderado, lo que permite alineaciones lineales, alternando con curvas de radios amplios, sin dificultades significativas de trazado. (MTC, 2018)



Terreno irregular (tipo 3)

Presenta pendientes transversales al eje de la carretera que oscilan entre el 51% y el 100%, y sus pendientes longitudinales predominantes se sitúan entre el 6% y el 8%, lo que hace necesario un gran movimiento de tierras y dificulta el trazado. (MTC, 2018)

Terreno escarpado (tipo 4)

La carretera presenta pendientes transversales superiores al 100% en relación con su eje, así como extraordinarias pendientes longitudinales que superan el 8%. Estas características requieren amplios movimientos de tierra y plantean importantes retos durante el proceso de diseño y construcción de la carretera. (MTC, 2018)

2.2.1.5. Clasificación de vías en zonas urbanas

La clasificación de las vías urbanas es un tema con criterios y categorías variables, dependiendo de la fuente consultada. Sin embargo, puede decirse que, en general, las vías urbanas son aquellas que se encuentran dentro de una ciudad o pueblo y cuya función primordial es facilitar la movilidad, el acceso y la convivencia de los usuarios de la vía, ya sean vehículos, peatones, ciclistas o animales.

Ancho de calzadas

Según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, este atributo particular está estrechamente asociado a la categorización funcional de la vía. Además, está vinculado a la capacidad operativa necesaria para acomodar la demanda de vehículos y la dirección del flujo de tráfico.

La selección del número de carriles y la anchura correspondiente de la calzada se establece originalmente durante los estudios de diseño de la red vial y transporte urbano. El número mínimo de carriles en una calzada unidireccional es teóricamente uno, mientras que el número máximo recomendado es cuatro. El número máximo de carriles en una calzada es un requisito puramente referencial, si es que la demanda indica la necesidad de más carriles. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

Ancho de carriles

La anchura óptima de los carriles depende de la categoría de la vía y de la velocidad de diseño elegida. No obstante, es importante reconocer que el diseño de vías que respondan a circunstancias ideales puede no ser siempre factible. El diseñador puede



racionalizar el uso de valores extraordinarios teniendo en cuenta muchos factores, como consideraciones sociales, económicas, físicas, geográficas e institucionales. La anchura de los carriles en tramos rectos puede variar en función de la velocidad de diseño y de la clasificación de la vía, como se muestra en la Tabla N°2.

Tabla N°2. Clasificación de vías en zonas urbanas

Clasificación De Vías	Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (mts)	Ancho Mínimo De Carril En Pista Normal (mts)
Local	30 a 40	3.00	2.75
Colectora	40 a 50	3.25	3.00
	50 a 60	3.30	3.00
Arterial	60 a 70	3.50	3.25
	70 a 80	3.50	3.50
Expresas	80 a 100	3.60	3.50

Fuente: *(Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)*

Vías locales

Estas vías deben transportar únicamente su propio tráfico, tanto de entrada como de salida, ya que su función principal es proporcionar acceso a las propiedades o lotes. Son utilizadas por vehículos ligeros y ocasionalmente de peso medio, y se permite el estacionamiento, las vías locales están conectadas entre sí y con vías colectoras. Esta categoría de vías se denominan calles y pasajes.

Vías colectoras

Las vías colectoras transportan el tráfico de las carreteras locales a las arteriales y, en algunos casos, a las vías rápidas cuando las arterias no pueden hacerlo, dan servicio tanto al tráfico de paso como a las propiedades adyacentes. Pueden ser vías colectoras de distrito o interdistritales, correspondientes a los Municipios de los cuales se derivan parámetros, entre otros, para determinar la autoridad de renombre.

A este tipo de vialidades se les denomina frecuentemente "Jirón", "Vía Parque" e incluso "Avenida".

Vías arteriales

Las vías arteriales permiten un tráfico de vehículos con un flujo moderado o alto, una accesibilidad baja y una integración relativa con el uso del suelo adyacente. Estas vías deben integrarse en el sistema de vías rápidas y permitir una buena distribución y



asignación del tráfico a las vías colectoras y locales. La carga y el estacionamiento de mercancías están prohibidos. A pesar de que el término vial arterial no corresponde con Avenida, muchas carreteras arteriales se denominan comúnmente con ese nombre.

Vías expresas

Las vías rápidas establecen la conexión entre el sistema interurbano y el sistema de vías urbanas, sirviendo principalmente al tráfico de paso (origen y destino distantes separados entre sí). Conectan zonas con un gran volumen de tráfico, transportando un gran número de vehículos a gran velocidad y con una accesibilidad limitada. Se utilizan para trayectos largos entre grandes zonas residenciales, centros industriales y comerciales y el centro de la ciudad.

A lo largo de la ruta, el estacionamiento, la descarga y el tráfico peatonal están prohibidos, estas rutas también se han denominado "autopistas".

2.2.1.6. Sistema vial urbano en centros históricos

De acuerdo con el Decreto Supremo N°023 (2021), por el que se modifica el Reglamento General de Circulación, los límites de velocidad revisados para las vías urbanas son los que se indican a continuación:

- El límite de velocidad para los vehículos que circulen por vías con una única calzada y plataforma en acera es de 20 km/h.
- El límite de velocidad en vías con un solo carril en cada sentido de circulación es de 30 km/h.
- El límite de velocidad para las calzadas con dos o más carriles en cada sentido de circulación es de 50 km/h.

La autoridad local tiene la capacidad de disminuir estas limitaciones tras la implantación de la señalización pertinente. La Municipalidad del Cusco (2018) en el Plan Maestro del Centro Histórico de Cusco, recomienda implementar límites de velocidad de 30 km/h para las vías principales y de 20 km/h para las vías subsidiarias y residenciales dentro del centro histórico. Esta medida pretende mejorar tanto la movilidad como la seguridad vial, salvaguardando al mismo tiempo el legado cultural de la zona.



2.2.2. Ola Verde

El sistema de ola verde denominado también como onda verde, es un proceso mediante el cual se realiza una sincronización semafórica con la intención de que se mantenga un flujo continuo vehicular. Es decir, permite que cualquier vehículo que circule por una ola verde a una velocidad determinada encuentre semáforos en verde consecutivos para no tener que detenerse en ningún cruce. Este fenómeno muestra de manera evidente que la sincronización eficiente de semáforos ofrece múltiples ventajas a todos los usuarios involucrados en el tránsito.

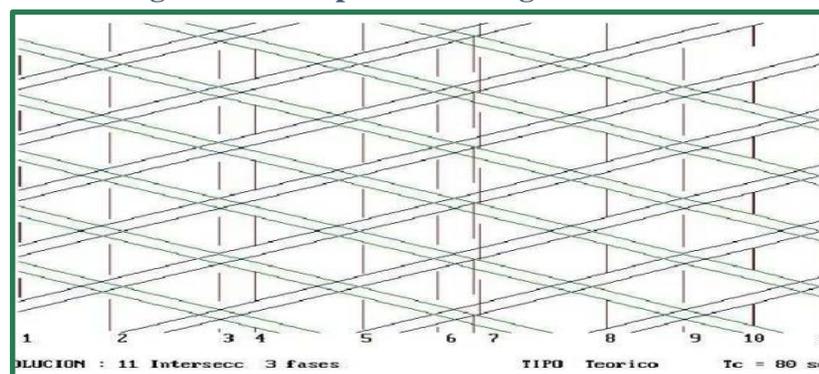
2.2.2.1. Determinación de la ola verde

Ibarra (2019) manifiesta que para determinar la secuencia de la onda verde se aplica un método gráfico donde se observa el desplazamiento de los automóviles en toda la vía en estudio, si se realiza manualmente este es un método tedioso. Es muy importante que todos los cruces cuenten con el mismo ciclo semafórico.

La onda verde se calcula tomando en cuenta la mayor cantidad de automóviles que pasa la vía sin detenerse, este es expresado por diferentes unidades, pero en la mayoría de casos se considera los segundos con el fin de que se pueda comparar con el tiempo de verde de los cruces.

Para la representación gráfica del desplazamiento del automóvil se grafica teniendo un eje vertical donde se aprecia el tiempo, además se observa la secuencia del ciclo semafórico y un eje horizontal donde se encuentran las distancias, los cruces y el estado del semáforo en un tiempo determinado. Cuando un automóvil se mueve en la vía, se ve una línea diagonal, siendo su pendiente la velocidad, esto quiere decir cuanto más inclinado este, mayor será su velocidad por que su desplazamiento es mas en menos tiempo.

Figura N° 6. Representación gráfica ola verde



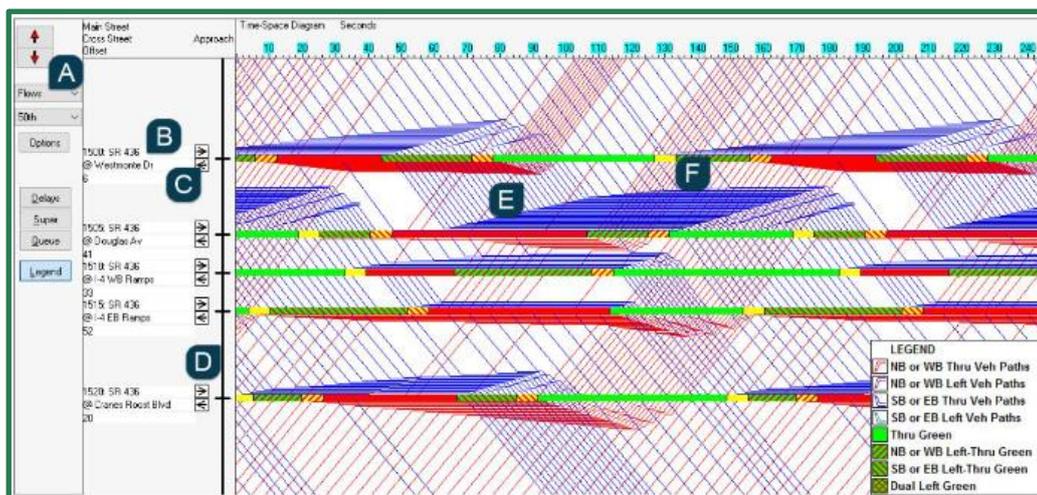
Fuente: (Andrade, 2022)

Diagrama espacio – tiempo

La temporización de los semáforos para facilitar el flujo ininterrumpido en una dirección se representa gráficamente mediante un diagrama espacio-tiempo en forma de onda verde, el tiempo aparece en el eje vertical y la distancia en el horizontal. La figura representa una línea de tiempo espacio-temporal, en la que cada punto representa un acontecimiento discreto. La línea que representa la trayectoria seguida por un vehículo en movimiento se conoce como línea de universo. La zona de ondas verdes de la figura indica la región en la que el tráfico puede circular sin obstáculos siempre que los conductores respeten el límite de velocidad establecido

Según Trafficware (2019), en la guía de usuario de Synchro 11, se puede utilizar el diagrama de tiempo y espacio para obtener una representación visual de los patrones de tráfico en diferentes cruces, las partes que se tiene este diagrama son los siguientes.

Figura N° 7. Diagrama de espacio - tiempo



Fuente: (Trafficware, 2019)

- A. **Barra de herramientas:** Cambian la visualización del grafico espacio – tiempo.
- B. **Nombre de Vías:** Estos iconos están referenciados en dirección de la calle, la denominación superior es la calle con el diagrama de espacio – tiempo, el de abajo es el nombre de la calle transversal.
- C. **Icono de dirección:** El icono superior hace referencia a la dirección de tráfico que va hacia abajo en el diagrama, en el icono inferior es el tráfico que se mueve para arriba.



D. Diagrama de calle e intersecciones: En la línea vertical se visualiza las calles con el diagrama y las líneas horizontales representa los cruces

E. Líneas de flujo de tráfico: Con las líneas horizontales y diagonales se visualiza el flujo del tráfico.

F. Bandas de sincronización: Las bandas de verde, ámbar y rojo indican la fase de los semáforos.

2.2.2.2. Ventajas de la ola verde

Andrade (2022) afirma que la aplicación de la ola verde otorga las siguientes ventajas:

- Reducción significativa de la congestión en avenidas y calles, mejorando el flujo vehicular en las mismas.
- Cumple la función de regulador de la velocidad, mantiene un flujo vehicular continuo.
- Reducen los tiempos de demora de manera notable y, en consecuencia, se minimiza el gasto de combustible y la contaminación atmosférica y sonora que pudieran ocasionar incomodidad tanto a peatones como conductores.

Además, reduce el tiempo de permanencia en un semáforo en rojo y te permite llegar al siguiente semáforo en verde sin exceder el límite de velocidad.

Figura N° 8. Sistema de control de tránsito.



Fuente: (Andrade, 2022)



El incremento en la demanda de transporte ha ido aumentando de manera consecuente los problemas de congestión del tránsito vial principalmente en las grandes y medianas ciudades. Este congestionamiento provoca diversos problemas que afectan de manera considerable el estilo de vida de los habitantes, como el sucesivo incremento del estrés y la mayor cantidad de accidentes automovilísticos. Es por ello que, la aplicación de un método de control de tránsito inteligente mediante el control y configuración de los semáforos de manera eficiente, sencilla y segura es la solución que permite tener un tránsito ordenado.

2.2.2.3. **Velocidad vehicular**

La velocidad nos indica la calidad de operación de un sistema de transporte, en consecuencia, este es un factor muy común utilizado para la selección de una vía por la disminución de la demora, lo que se busca es seguridad y una velocidad constante.

Es un parámetro importante para el diseño, se determina los elementos del proyecto, es fundamental tener conocimiento de la velocidad, llegar a regular y poder controlar.

El concepto primordial de la velocidad es la relación que existe entre el tramo recorrido y el tiempo que se demoró en recorrer, así como se muestra en la siguiente ecuación, después se describe las diferentes velocidades existentes.

Ecuación N°1:

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

v = Velocidad constante (km/h)

d = Distancia recorrida (km)

t = Tiempo recorrido (horas)

Velocidad instantánea

Es la velocidad con la que se desplaza un vehículo en un punto dado, esta medición se realiza en el lugar de estudio con medidores.

Velocidad media temporal

Es la media aritmética de las velocidades de varios vehículos en un punto y tiempo determinado.

Velocidad media espacial

Se realiza el cálculo del tiempo promedio de los vehículos en análisis, en consecuencia, al presentar dificultades en algunos puntos, se cuenta con fórmulas que sirven para poder obtener datos de la velocidad espacial en relación a la velocidad temporal y la varianza de distribución. (Silvera, 2015)

2.2.3. Tiempo semafórico

El Tiempo semafórico también conocido como ciclo semafórico es la suma de verde, ámbar, rojo y todo rojo. El tiempo que necesita un semáforo para completar su ciclo es representado en segundos.

2.2.3.1. Semáforo

El semáforo es el dispositivo electrónico encargado de ordenar y regular el tránsito tanto vehicular como peatonal mediante un sistema de luces usualmente de color verde, amarillo y rojo.

Figura N° 9. Posición de las lentes de un semáforo de tres luces



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)



2.2.3.1.1. *Tipos de semáforos*

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016); los semáforos se pueden clasificar según el mecanismo de control de la siguiente manera:

Semáforos para el control de tránsito de vehículos: Los semáforos de control de tráfico se dividen en:

- a) Semáforos de tiempos fijos o predeterminados
- b) Semáforos accionados o activados por el tránsito

Semáforos para pasos peatonales: Utilizado en zonas con mucha afluencia peatonal.

Semáforos especiales: Pueden ser semáforos de destello, utilizados con la función de regular el uso de carriles, para permitir el paso de los vehículos de emergencia; también pueden presentarse en puentes levadizos y barreras que indiquen la proximidad de trenes.

2.2.3.2. **Cálculo de los tiempos semaforicos**

El cálculo del tiempo semaforico tiene como finalidad admitir el mayor volumen vehicular en las intersecciones y minimizar las demoras en las mismas. En conclusión, debe minimizarse la cantidad de fases diferentes, por razones de seguridad y eficiencia. (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)

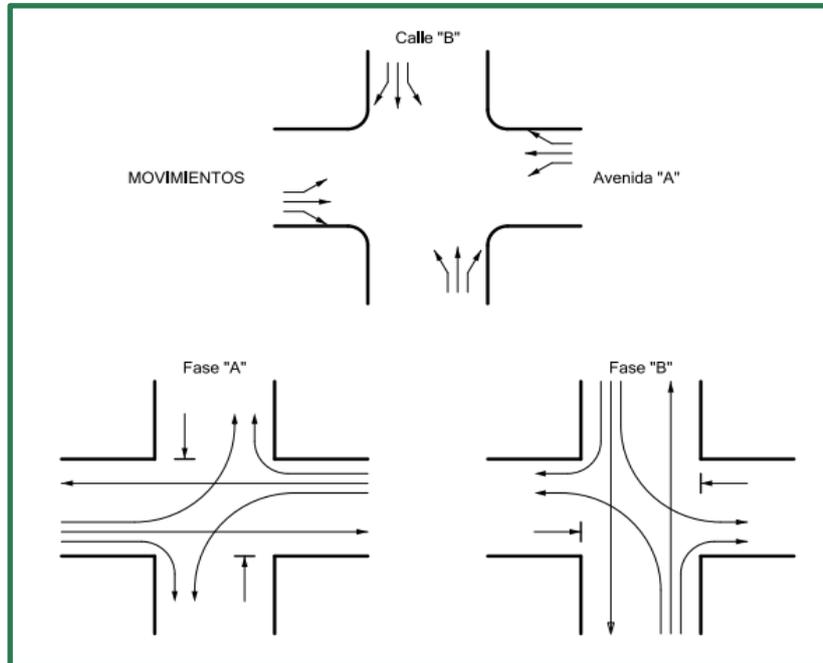
Los movimientos activos dentro de cada una de las fases deben conducir a la reducción de los problemas en cada punto de análisis, y, en consecuencia, el conjunto de fases tiene el propósito primordial de minimizar al máximo los tiempos de demora.

El período de tiempo desde el cambio del grupo semaforico hasta la repetición de la misma situación se denomina fase de semáforo. Por consiguiente, si el grupo semaforico comienza con el color amarillo, con la suspensión del avance vehicular que pierde el derecho a continuar transitando, y concluye con la culminación del tiempo del semáforo en verde de los que ganan el derecho de paso; se concluye que, cada fase está compuesta por tres intervalos, uno amarillo, uno rojo y un verde.

Además, el intervalo de tiempo destinado para cada fase y su distribución correspondiente en cada etapa del semáforo (amarillo, rojo y verde) dependerá

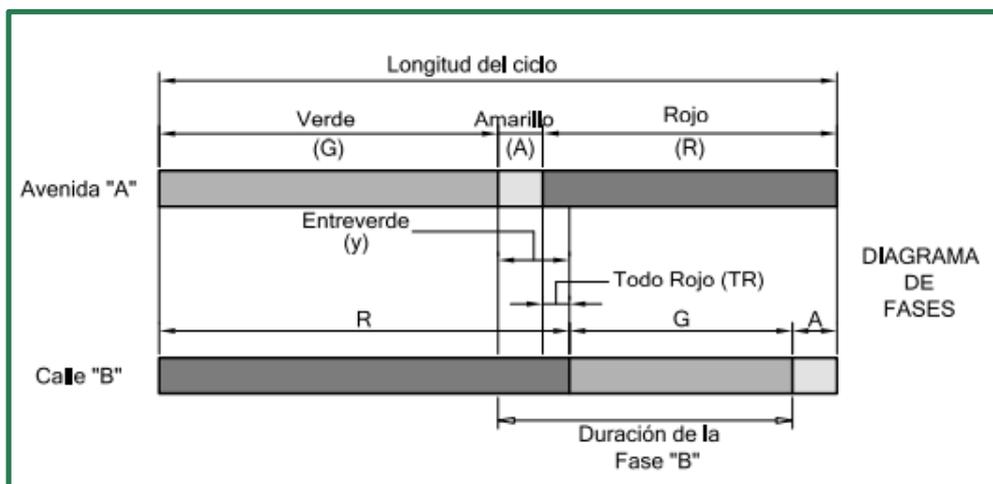
directamente del volumen vehicular, es decir, la demanda de vehículos se encuentra relacionado con el ciclo de cada semáforo.

Figura N° 10. Fases en una intersección con semáforo.



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)

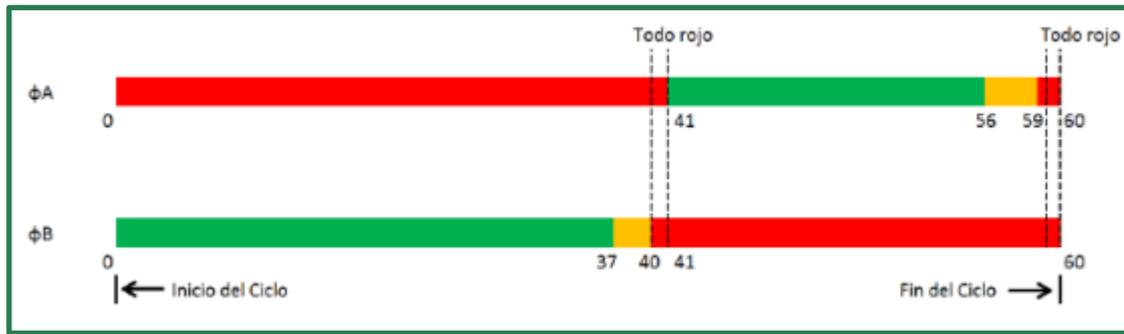
Figura N° 11. Diagrama de fases en una intersección con semáforo.



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)



Figura N° 12. Caracterización de dos ciclos semafóricos



Fuente: (Nuñez Castillo & Villanueva Troncoso, 2014)

2.2.3.2.1. Distribución de los tiempos semafóricos

Intervalo de cambio de fase

La función principal del intervalo de cambio de fase es alertar a los usuarios sobre los cambios en la transición de los derechos de uso en las intersecciones. Al calcular el intervalo de cambio de fase, se deben tener en cuenta las reacciones del conductor, los requisitos de desaceleración y el tiempo requerido para dar la vuelta a la intersección; se pueden utilizar las siguientes expresiones:

Ecuación N°2:

$$\text{Intervalo de cambio de fase} = \text{Amarillo} + \text{Todo rojo}$$

Ecuación N°3:

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{w + W + L}{v} \right)$$

Donde:

y = Intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo (s)

t = Tiempo de percepción – reacción del conductor (usualmente 1.00 s)

v = Velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

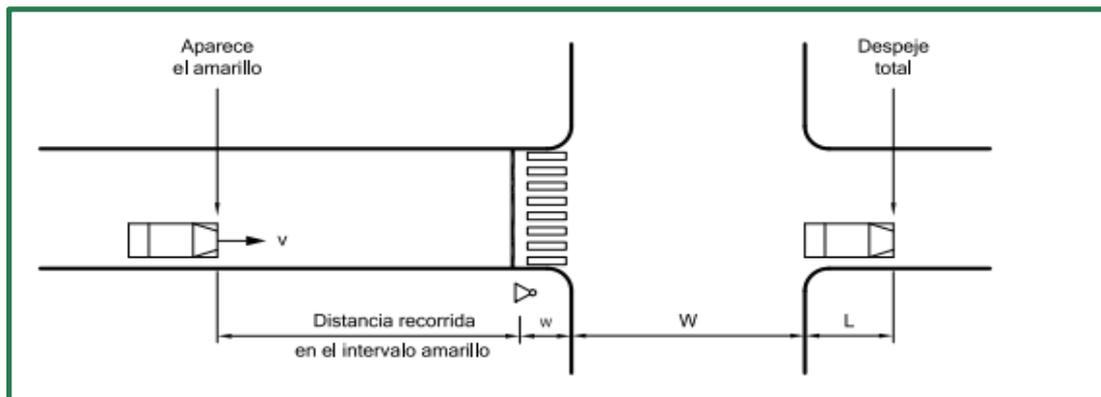
a = Tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s²)

$w =$ Ancho de cruce peatonal

$W =$ Ancho de la intersección a cruzar (m)

$L =$ Longitud del vehículo (valor típico 6.10 m)

Figura N° 13. Intervalo de cambio de fase



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)

Longitud del ciclo

Tomando en cuenta a F.V. Webster considerando observaciones de campo y simulaciones variadas, de acuerdo con las condiciones del tráfico, se demostró que el tiempo que demoran como mínimo los vehículos en un cruce semaforizado se pueden lograr con la duración óptima del ciclo calculado como:

Ecuación N°4:

$$C_o = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Y_i}$$

Donde:

$C_o =$ Tiempo óptimo de ciclo (s)

$L =$ Tiempo total perdido por ciclo (s)

$Y_i =$ Máximo valor de la relación flujo actual y el flujo de saturación

$\varphi =$ Numero de fases



Según Cal y Mayor & Cárdenas Grisales (2018), del 75% al 150% del ciclo óptimo encontramos datos para la longitud de un ciclo específico, de modo tal que se garantiza demoras menores del 10% al 20% de la demora mínima.

2.2.3.3. **Coordinación de semáforos**

La coordinación de las fases de semáforo puede estar o no sometidos a un control maestro, este control se puede dar mediante cables, radios, motores de sincronización, o dispositivos electrónicos de tiempo.

En síntesis, cada semáforo que se encuentre dentro de un diámetro de 800 m realizando la regulación de características similares de tránsito deben trabajar mediante un sistema de coordinación para garantizar un desplazamiento vehicular óptimo. (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)

Seguidamente, se detallan sistemas de coordinación para semáforos predeterminados o de tiempo fijo:

- Sistema simultáneo
- Sistema alternado
- Sistema progresivo simple o limitado
- Sistema progresivo flexible

2.2.3.3.1. ***Sistema simultáneo***

El sistema simultáneo se utiliza cuando se tiene intersecciones semaforizadas cercanas con alta afluencia vehicular y se necesita que la mayoría de los semáforos tenga una sincronización de color verde. En este tipo de sistema, todos los semáforos proporcionan una misma señal al mismo tiempo.

2.2.3.3.2. ***Sistema alternado***

Lojano Gutierrez (2013) manifiesta que este sistema es apropiado para zonas céntricas donde se tiene intersecciones equidistantes y las manzanas son perfectamente cuadradas, teniendo en esta situación avance en todos los sentidos. En este sistema, un grupo de semáforos proporciona direcciones de circulación alterna a una calle determinada; el ciclo se reparte en partes iguales por lo que puede ser ineficiente para algunas intersecciones.



2.2.3.3.3. Sistema progresivo simple o limitado

El sistema progresivo simple se encuentra compuesto por varios semáforos sucesivos que proporcionan la indicación de verde a vehículos que circulan a una velocidad determinada (ola verde) hasta un límite de tiempo que puede ser supervisado por un control maestro.

2.2.3.3.4. Sistema progresivo flexible

El sistema progresivo flexibles utilizan controles que se encargan de la subdivisión de los ciclos de acuerdo a la demanda que se tenga en las intersecciones; es decir, los ciclos semafóricos pueden presentar variaciones de acuerdo al volumen de vehículos otorgando pasos preferenciales a ciertas vías en el tiempo de máxima afluencia vehicular (horas pico).

2.2.4. Nivel de Servicio

Mide la calidad del flujo vehicular, el cual se entiende como una medida cualitativa que especifica el flujo de vehículos, la percepción de los usuarios de la vía y finalmente las condiciones de operación.

Estas condiciones se describen en función de variables como el tiempo de recorrido, la velocidad de desplazamiento, la maniobrabilidad, la comodidad y la seguridad vial.

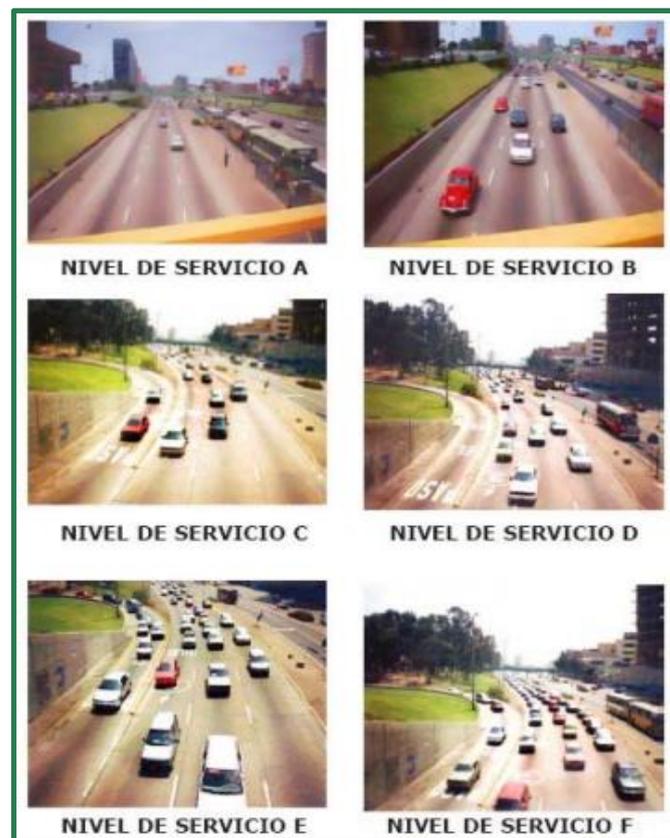
Los factores como el tiempo de viaje, la velocidad, la libertad de movimiento, la comodidad y la seguridad vial, describen las condiciones de operación.

Existe una distinción entre los factores internos y externos que influyen en la calidad del servicio. Los parámetros internos corresponden a las variaciones de velocidad, volumen, composición del tráfico, proporción de movimientos transversales o direccionales, etc. Entre las características externas se encuentran las físicas, como la anchura del carril, el espacio libre lateral, la anchura del arcén, las pendientes, etc.

El HCM (2016) en el capítulo 3, define seis niveles de servicio, indicados subjetivamente por las letras A hasta la F, donde el nivel de servicio A representa un movimiento completamente libre de vehículos, mientras que el nivel F representa un flujo forzado.



Figura N° 14. Niveles de Servicio



Fuente: (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

2.2.4.1. Nivel de servicio en intersecciones con semáforos

Según Cal y Mayor & Cárdenas Grisales (2018), en una intersección con semáforos el nivel de servicio se expresa a través de las demoras medidas por vehículo ocasionados por los controles, esto quiere decir que los semáforos obligan a detenerse ocasionando un incremento en el tiempo de viaje.

Para toda intersección el nivel de servicio, se define en base a las demoras y en la relación v/c .

Nivel de servicio A

La relación v/c es muy pequeña, la mayoría de vehículos llegan cuando el semáforo se encuentra en la fase verde, las demoras de operación son menores a 10 segundos.

Nivel de servicio B

La relación v/c siguen siendo bajas, teniendo una demora de operación que están en el rango de 10 a 20 segundos, algunos vehículos empiezan a disminuir la velocidad.



Nivel de servicio C

Tienen una demora de operación de 20 a 35 segundos, empiezan a detenerse los vehículos, aunque la mayoría pasa la intersección sin problemas.

Nivel de servicio D

La relación v/c es alta, teniendo demoras de operación que se encuentra de 35 a 55 segundos, se aprecia que varios vehículos empiezan a detenerse.

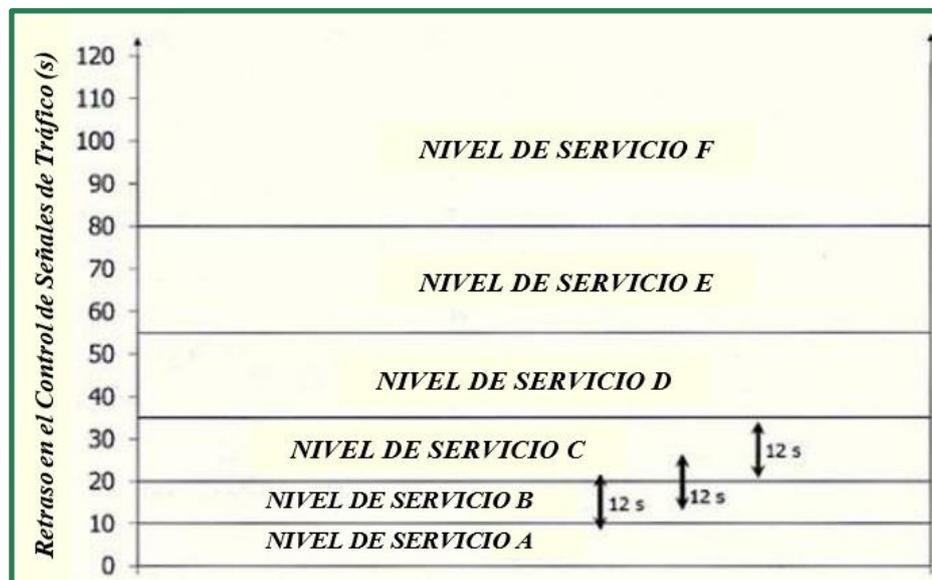
Nivel de servicio E

La relación v/c es muy alta, teniendo demoras de operación que van de 55 a 80 segundos.

Nivel de servicio F

La relación v/c son mayores a 1, teniendo una demora mayor a 80 segundos, el volumen de llegada excede a la capacidad de accesos de las intersecciones teniendo una operación saturada.

Figura N° 15. Retraso en el control de semáforos



Fuente: (HCM, 2016)



Tabla N° 3. Niveles de Servicio en Intersecciones con Semáforos

Nivel de servicio	Demora por control (segundos/ vehiculos)
A	≤ 10
B	$> 10 - 20$
C	$> 20 - 35$
D	$> 35 - 55$
E	$> 55 - 80$
F	> 80

Fuente: (HCM, 2016)

2.2.4.2. Factores Internos

Los cambios en la velocidad, el porcentaje de direccionales, la composición de tránsito y el volumen son factores que afectan el nivel de servicio.

Debido a que son variables, deben medirse durante el tiempo de máximo flujo.

Ecuación N°5:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Qmáx_{.15})}$$

Donde:

FHMD = Factor de la hora de maxima demanda

VHMD = Volumen horario de maxima demanda

Qmáx_{.15} = Flujo maximo durante 15 minutos

2.2.4.3. Factores Externos

Son aquellas características físicas, como son: la pendiente, el ancho de carril, el espacio libre lateral, la anchura de acotamiento, entre otros.

Pueden ser medidos en el momento adecuado.



2.2.5. *Volumen Vehicular*

El volumen Vehicular se refiere a la cantidad de vehículos que transitan por un punto dado durante un determinado tiempo, el cual se expresa como.

Ecuación N°6:

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

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehiculos/periodo)

N = Número total de vehículos que pasan (Vehículos)

T = Periodo determinado (Unidades de tiempo)

2.2.5.1. **Volúmenes de tránsito Absoluto o Totales**

Cantidad exacta de vehículos que llegan a transitar en un tiempo determinado a continuación se mencionan los tipos de tránsito.

- **Tránsito anual (TA)**

Cantidad absoluta de vehículos que transitan en un año, lo que significa que $T = 1$ año.

- **Tránsito mensual (TM)**

Cuantificación total de vehículos que transitan en un mes, esto quiere decir que $T = 1$ mes.

- **Transito Semanal (TS)**

Cantidad absoluta de vehículos que transitan en una semana, esto quiere decir que $T = 1$ semana.

- **Tránsito Diario (TD)**

Cuantificación total de vehículos que transitan en un día, esto quiere decir que $T = 1$ día.



- **Tránsito Horario (TH)**

Cantidad absoluta de vehículos que transitan en una hora, esto quiere decir que $T = 1 \text{ hora}$.

- **Tránsito en un periodo inferior a una hora (q)**

Cuantificación de cada vehículo que pasa en un lapso de tiempo menor a 1 hora, esto quiere decir que $T < 1 \text{ hora}$.

Los tiempos mencionados anteriormente no necesariamente tienen que ser de orden cronológico, esto quiere decir que puede ser 365 días, 30 días, 7 días, 24 horas, 60 minutos y un periodo inferior a 1 hora.

2.2.5.1.1. Volúmenes de tránsito horarios

En función a una hora específica, se determinan los volúmenes de tráfico horario, mencionados a continuación expresados en **vehículos por hora (veh/h)**:

Volumen horario máximo anual (VHMA)

Número máximo de horas que transcurren en cualquier punto o tramo de vía, durante un año determinado. Esto significa que es la hora de mayor volumen de todo el año.

Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

La cantidad máxima de vehículos que pueden transitar por un carril, punto o tramo perteneciente a un trayecto de manera continua en una hora. Esto representa el momento de máxima afluencia vehicular que puede ocurrir en un determinado día.

Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo - anual (10VH, 20 VH, 30VH)

Es decir, el número de horas que se produce en una calzada, punto y sección de un carril en un año determinado, que se excede por 29, 9 y 10 horas respectivamente.

Volumen horario de proyecto (VHP)

Los volúmenes de tráfico que se presentan por hora se utilizan para poder establecer las propiedades del diseño geométrico en una determinada carretera.

Básicamente, se realiza una proyección utilizando como dato los volúmenes esperados por hora. Sin embargo, no se considera la cantidad máxima de vehículos que pueden transitar por hora en un año, puesto que se tendría una inversión demasiado elevada. Es



por ello que se debe considerar, previo consenso, la cantidad máxima de vehículos por hora, cuya cuantificación tenga las mayores repeticiones dentro de un periodo anual. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

2.2.5.1.2. Volumen de tránsito futuro

El tráfico futuro se refiere al nivel previsto de actividad de vehículos que se espera que experimente una ruta una vez que esté plenamente operativa.

Trafico proyectado

En la fórmula se muestra que el tráfico a futuro (**TP**) es igual al tránsito actual (**TA**) más el incremento del tránsito (**IT**), dicha expresión matemática es utilizada al terminar el periodo de diseño de la vía.

Ecuación N°7:

$$TP = TA + IT$$

El crecimiento normal del tráfico es el aumento del volumen de tráfico causado por el aumento del número de vehículos expresado por la tasa de crecimiento de vehículos, y el período de diseño es "n" años. Por consiguiente, la expresión matemática a utilizar para el tráfico a futuro es el siguiente.

Ecuación N°8:

$$VV_p = VV_i * (1 + t)e^n$$

Donde:

VV_p = Volumen Vehicular Proyectado

VV_i = Volumen Vehicular Inicial o Actual

t = Tasa de Crecimiento Vehicular

n = Periodo de Diseño



2.2.6. Capacidad de la Vía

Es la cantidad máxima de vehículos y personas que pueden transitar en un tramo por un determinado tiempo es expresado como vehículos por hora, a esto se le conoce como la capacidad de la infraestructura vial, mayormente se utiliza un tiempo de 15 minutos para los cálculos adecuados.

Si se presenta el caso de que el volumen máximo posible disminuye y es momentáneamente inferior a la demanda de tráfico, se produce congestión porque no es posible pasar por un tramo de la carretera. Esto quiere decir que bastantes vehículos tienen que parar, hacer cola y volver a empezar. (INVIAS, 2020)

El acercamiento de la demanda de tráfico a la capacidad vial es muy peligroso. Porque la cercanía de este límite se mide por la relación entre la demanda y la capacidad, que muchos llaman el factor de aplicación de la capacidad.

2.2.6.1. Valores de la capacidad para condiciones ideales

En carreteras de dos carriles, los valores básicos de capacidad para condiciones ideales se describen a continuación:

Condiciones adecuadas:

- Flujo continuo.
- El ancho del carril debe ser de 3.60 metros
- La distancia mínima lateral debe ser de 1.80 metros
- No deben circular vehículos pesados
- La Velocidad de diseño debe ser ≥ 90 Km/h.
- Inexistencia de limitaciones respecto a la distancia de visibilidad de rebase.
- No debe presentarse aglomeraciones e interferencia de los peatones
- En tráfico debe ser parejo en ambas direcciones (50/50)

Según el HCM (2016) en el capítulo 3 “Características de capacidad” menciona que la capacidad de las vías de dos carriles en ambos sentidos es de 2800 (veh/h/carril). En ciertas ocasiones, para el rango direccional de tránsito se utiliza una proporción de



70/30, e incluso en rutas recreativas, el rango puede alcanzar a una distribución de 80/20 o más en fechas de celebración u otros periodos de máxima afluencia (períodos pico).

2.2.6.2. **Relación entre la demanda vehicular y la oferta vial**

La demanda son los automóviles que circulan en una vía y la oferta vial es la capacidad de dicha vía (número de carriles - velocidad de desplazamiento).

Demanda Vehicular < Oferta Vial

Demanda Vehicula = Oferta Vial

Demanda Vehicula > Oferta Vial

- El primer caso presenta un flujo no saturado y los niveles de operación son excelentes.
- El segundo caso se llega a la capacidad y el transito es inestable y es posible llegar a una congestión.
- El tercer caso el flujo es forzado, se presenta paradas frecuentes y grandes tiempos de demora.

2.2.7. **Relación Volumen sobre Capacidad (v/c)**

La relación Volumen sobre capacidad (v/c), es un factor adimensional que nos indica el grado de saturación de una determinada vía, también conocido como el uso de la capacidad, cuando esta relación es igual a la unidad quiere decir que la vía se encuentra en un uso del 100%, y si supera la unidad quiere decir que sobrepasa la capacidad de la vía.

En el Synchro Traffic 11.0.0, la relación de volumen sobre capacidad (v/c), se expresa mediante la siguiente ecuación.

Ecuación N°9:

$$X = \frac{v}{s * g/C}$$

Donde:

X = Relacion de volumen a capacidad

v = Volumen de grupo de carril ajustado



s = Tasa de flujo saturado

g = Tiempo verde efectivo

C = Duración de ciclo

2.2.8. Criterios estadísticos

2.2.8.1. Media aritmética

Comúnmente conocida como promedio o mediana estadística utilizada para evaluar el valor típico de un grupo limitado de números. Se deriva del valor esperado, que establece la suma de todos los valores de un conjunto y se divide por el total de valores que se tiene. (Triola, 2009)

Ecuación N°10:

$$x_{Prom} = \frac{\Sigma}{N(\text{Cantidad de muestras})}$$

Donde:

x_{prom} = Media aritmetica

Σ = Sumatoria

N = Cantidad de muestras

2.2.8.2. Varianza

El objetivo fundamental de la varianza es facilitar la identificación y evaluación de valores normales, pequeños, grandes, extra grandes y extremadamente pequeños, al ser una métrica estadística, cuantifica el grado de dispersión de una variable al azar en comparación con su valor previsto. Para calcular hay que seguir los siguientes procedimientos: Para empezar, hay que calcular la media, que indica la media aritmética de los números proporcionados seguidamente hay que restar la media de cada número entero individual y elevar el resultado al cuadrado, debe calcularse la media de estas diferencias al cuadrado. (Triola, 2009)



Ecuación N°11:

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma(xi - \mu^2)}{N}$$

Donde:

$$\sigma^2 = \textit{Varianza}$$

$$xi = \textit{Variable}$$

$$\mu = \textit{Promedio aritmetico}$$

$$N = \textit{Numero de muestras}$$

2.2.8.3. Desviación estándar

La desviación típica es una medida estadística utilizada para evaluar la dispersión de los puntos de datos en variables de razón, variables de intervalo y variables cuantitativas. Según Triola (2009), se relaciona con la desviación estándar que se define técnicamente como la raíz cuadrada de la variación de una cantidad dada.

Ecuación N°12:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\Sigma(xi - \mu^2)}}{N}$$

Donde:

$$\sigma^2 = \textit{Varianza}$$

$$xi = \textit{Variable}$$

$$\mu = \textit{Promedio aritmetico}$$

$$N = \textit{Numero de muestras}$$

2.2.8.4. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación, según Triola (2009) es una medida de dispersión que define el grado de variabilidad en relación con la media. El coeficiente de variación no depende de las unidades, puede utilizarse en lugar de la desviación típica cuando se compara la dispersión de conjuntos de datos con diversas unidades o medias.



Ecuación N°13:

$$CV = \frac{S}{\mu}$$

Donde:

CV = Coeficiente de variacion

S = Desviacion estandar

μ = Promedio aritmetico

2.2.8.5. Criterios de Chauvenet

El criterio de Chauvenet, según Sevilla, Fernandez, & Sebastian (2004) es una estrategia utilizada para estimar la probabilidad de que un punto de datos experimentales sea un valor atípico dentro de un conjunto dado de datos experimentales. Para utilizar el criterio, es necesario calcular la media y la desviación típica de los datos observados.

La probabilidad de que un determinado punto de datos sea igual al valor sospechoso se calcula utilizando la función de distribución normal (o una tabla comparable), que tiene en cuenta la divergencia del valor con respecto a la distribución normal.

Ecuación N°14:

$$\frac{(xi - \mu)}{S} < \textit{Tabla de Chauvenet}$$

Donde:

xi = Variable, dato estadístico

μ = Promedio aritmetico

S = Desviacion estandar



2.3. Marco conceptual

2.3.1. Aforo Vehicular

Es el número de vehículos. El aforo es una muestra de los volúmenes en un determinado de tiempo cuyo objetivo es cuantificar el número de vehículos que transitan por una intersección.

2.3.2. Capacidad

Es la máxima proporción horaria de vehículos o personas que pueden desplazarse por un tramo determinado durante un tiempo establecido.

2.3.3. Velocidad

Es la relación que existe entre el espacio recorrido y el tiempo que se demora en recorrer, generalmente es expresado en km/h.

2.3.4. Ciclo Semafórico

Llamamos ciclo de semáforo al tiempo que transcurre desde el cambio de grupo de semáforos hasta la repetición de la misma situación en toda una serie de semáforos conectados a un mismo controlador.

2.3.5. Congestión Vehicular

Es la acumulación de vehículos en un determinado lugar, quiere decir cuando más vehículos intentan transitar en una vía que no tiene la capacidad suficiente.

2.3.6. Hora Punta

La hora punta es el periodo en el cual se evidencia la máxima intensidad de tráfico en el día. Para obtener dicha hora se realiza un aforo vehicular cuantificado cada 15 min. Generalmente, durante este tiempo se observan las congestiones.

2.3.7. Intersección

Es el área general donde se unen dos o más vías ya sea a nivel o desnivel y que contiene toda la superficie necesaria para facilitar la circulación de todos los vehículos que cruzan.

2.3.8. Nivel de Servicio

El nivel de servicio es un indicador que otorga información acerca del estado situacional de la vía de estudio. Este indicador se basa generalmente en la demora del flujo vehicular cuantificado en veh/seg.



2.3.9. Ola Verde

La ola verde es el sistema por medio del cual se realiza una reprogramación de los tiempos semafóricos de manera tal que, un vehículo promedio que se desplaza a una determinada velocidad, durante un tiempo determinado encontrará todos los semáforos en verde permitiendo su desplazamiento ininterrumpido durante su recorrido.

2.3.10. Tránsito:

Es el desplazamiento de vehículos, personas y animales por medio de una vía pública o privada.

2.3.11. Vehículo

Dispositivo motorizado o no motorizado que se mueve por tierra y se utiliza para transportar mercancía o personas.

2.3.12. Volumen sobre capacidad (v/c)

La relación v/c es un factor que nos indica el grado de saturación que presenta una determinada vía. Por lo tanto, este factor también es un indicador del nivel de servicio, pudiendo proporcionar información acerca de la velocidad de operación y las demoras que se evidencia en la vía de estudio.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con la implementación del sistema de ola verde se optimizará el nivel de servicio, volumen sobre capacidad (v/c) y la distribución de los tiempos semafóricos en las intersecciones de la Av. El Sol.

2.4.2. Hipótesis Específicas

Sub Hipótesis 1:

Los tiempos semafóricos disminuirán con la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.

Sub Hipótesis 2:

Con la implementación del sistema de ola verde se reducirá la relación volumen sobre la capacidad (v/c) en las intersecciones de la Av. El Sol.



Sub Hipótesis 3:

La implementación del sistema de ola verde minimizará los tiempos de demora en las intersecciones de la Av. El Sol.

Sub Hipótesis 4:

Los tiempos semafóricos recalculados permitirán un incremento en la velocidad en las intersecciones de la Av. El Sol.

2.5. Variables e Indicadores

2.5.1. Identificación de Variables

2.5.1.1. Variable Independiente

X1: Ola Verde

Definición Conceptual: Fenómeno que implica la sucesión progresiva de semáforos con luz verde a lo largo de una vía para vehículos que circulan a una determinada velocidad (Andrade, 2022).

Definición Operacional: Se mide en la variación del tiempo de viaje inicial con el tiempo de viaje de flujo libre.

Indicador: Tiempo de viaje y velocidad

2.5.1.2. Variables Dependientes

2.5.1.2.1. Variable dependiente 1

Y1: Tiempo semafórico

Definición Conceptual: Se denomina tiempo semafórico a la duración de un ciclo compuesto por tres intervalos de tiempo para cada color de luz según corresponda (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018).

Definición Operacional: Medición del tiempo ámbar, rojo, todo rojo y verde efectivo correspondiente a un ciclo semafórico.



Indicador: Tiempo cronológico

2.5.1.2.2. Variable dependiente 2

Y2: Volumen sobre capacidad

Definición Conceptual: Es un factor que relaciona el volumen vehicular respecto a la capacidad que tiene una determinada vía (INVIAS, 2020).

Definición Operacional: Volumen en la intersección en relación al producto de la tasa de flujo saturado con el factor del tiempo verde efectivo sobre la duración del ciclo

Indicadores: Volumen vehicular, duración del ciclo semafórico, tiempo verde efectivo y tasa de flujo saturado.

2.5.1.2.3. Variable dependiente 3

Y3: Nivel de servicio

Definición Conceptual: Es la medida que expresa la calidad del flujo vehicular en función al tiempo de demora en una determinada vía semaforizada (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005).

Definición Operacional: Se cuantifica el tiempo de demora total en la intersección y utilizando el cuadro de valores se convierte a un nivel entre A y F.

Indicador: Tiempo de demora



2.5.2. Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidades	Instrumentos
VARIABLE INDEPENDIENTE					
X: OLA VERDE	Fenómeno que implica la sucesión progresiva de semáforos con luz verde a lo largo de una vía para vehículos que circulan a una determinada velocidad. <i>(Andrade, 2022)</i>	Se mide en la variación del tiempo de viaje inicial con el tiempo de viaje de flujo libre.	Tiempo de viaje	segundos	Software SYNCHRO
			Velocidad	Km/hr	Ficha de observación
VARIABLES DEPENDIENTES					
Y1: TIEMPO SEMAFÓRICO	Se denomina tiempo semafórico a la duración de un ciclo compuesto por tres intervalos de tiempo para cada color de luz según corresponda. <i>(Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 2018)</i>	Medición del tiempo ámbar, rojo, todo rojo y verde efectivo correspondiente a un ciclo semafórico.	Tiempo cronológico	segundos	Fichas de observación
Y2: VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD	Es un factor que relaciona el volumen vehicular respecto a la capacidad que tiene una determinada vía. <i>(INVIAS, 2020)</i>	Volumen en la intersección en relación al producto de la tasa de flujo saturado con el factor del tiempo verde efectivo sobre la duración del ciclo	Volumen vehicular	veh/hr	Fichas de observación
			Duración del ciclo semafórico	segundos	
			Tiempo verde efectivo	segundos	
			Tasa de flujo saturado	veh/hr	
Y3: NIVEL DE SERVICIO	Es la medida que expresa la calidad del flujo vehicular en función al tiempo de demora en una determinada vía semaforizada. <i>(Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)</i>	Se cuantifica el tiempo de demora total en la intersección y utilizando el cuadro de valores se convierte a un nivel entre A y F.	Tiempo de demora	segundos	Software SYNCHRO



Capítulo III: Método

3.1. Alcance del estudio

Tomando en cuenta a Hernández Sampieri et al. (2014), un estudio de alcance descriptivo está definido como aquel que busca especificar las propiedades y características relevantes de un determinado fenómeno. Por otra parte, el alcance explicativo es entendido como la investigación en búsqueda de una relación entre los conceptos. En este sentido, la presente investigación se desarrolla bajo un ALCANCE DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO. Descriptivo, puesto que se realiza las mediciones y recopilación de datos pertinentes, tales como: tiempos semafóricos, aforos vehiculares, dimensiones referenciales de la vía para especificar las características de cada variable. Y además explicativo, porque se explica el efecto que tiene la variable independiente sobre las variables dependientes, en este caso la variación que causa la aplicación del sistema ola verde sobre los tiempos semafórico, volumen sobre capacidad y niveles de servicio.

3.2. Diseño de la investigación

Como se afirma en Hernández Sampieri et al. (2014), la investigación del tipo experimental es aquella que se utiliza cuando se pretende establecer el posible efecto de una causa sometida a manipulación intencional para posteriormente analizar los resultados. El diseño que se utiliza en la presente investigación es del tipo EXPERIMENTAL, ya que se realiza la modificación de manera intencional, en este caso utilizando el primer grado de manipulación al que hace referencia Hernández Sampieri et al. (2014), de presencia y ausencia de la variable independiente. Es decir, se evaluará el efecto que tiene la presencia del sistema de ola verde en tiempos semafóricos, volumen sobre capacidad y niveles de servicio comparándolos con los resultados en ausencia de la misma.

3.3. Población

3.3.1. Descripción de la población

Se entiende como población o universo al conjunto de casos a analizar que obedecen a una serie de criterios establecidos previamente. (Hernández Sampieri et al., 2014)

El universo correspondiente a este estudio está conformado por la vía denominada Av. El Sol, la cual se encuentra delimitada inicialmente por la calle Mantas y finalizando con la Av. Tullumayu contando con un total de ocho intersecciones.



3.3.2. *Cuantificación de la población*

La población en la investigación, estará definida por las intersecciones semaforizadas y las intersecciones no semaforizadas que permitan flujo vehicular y se encuentran en la vía de estudio, las cuales se mencionan a continuación:

Intersecciones semaforizadas:

- ***Intersección 1: Av. El Sol – Calle Mantas***
- ***Intersección 3: Av. El Sol – Ayacucho***
- ***Intersección 5: Av. El Sol – Puente Rosario***
- ***Intersección 6: Av. El Sol – Av. Garcilaso***
- ***Intersección 8: Av. El Sol – Av. Tullumayu***

Intersecciones no semaforizadas:

- ***Intersección 2: Av. El Sol – Calle Almagro***
- ***Intersección 4: Av. El Sol – Calle Puluchapata***
- ***Intersección 7: Av. El Sol – Calle Pachacutec – Pumaqchupan***

3.4. Muestra

3.4.1. *Descripción de la muestra*

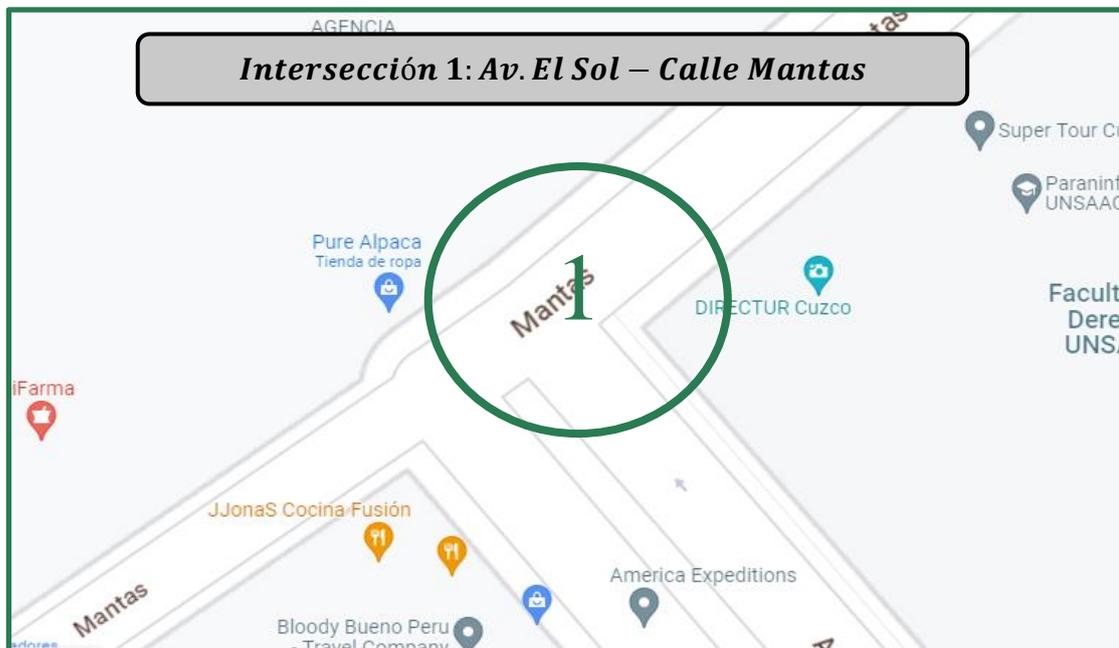
Se entiende como muestra al grupo representativo que se utilizara para realizar la recolección de datos y análisis correspondientes que se puedan generalizar para toda la población.

En el presente caso, se aprecia una población compuesta por elementos limitados (intersecciones presentes en la AV. El Sol), por lo que, se opta por considerar todos los elementos como parte de la muestra. Es decir, en la presente tesis se realizará la recolección de datos pertinentes de todos los elementos, tomando en cuenta los criterios de evaluación e inclusión. En consecuencia, la muestra de la tesis está compuesta por las ocho intersecciones (5 semaforizadas y 3 no semaforizadas) que se encuentran en la Av. El Sol.

3.4.2. Cuantificación de la muestra

La muestra se encuentra compuesto por las 5 intersecciones semaforizadas y las 3 intersecciones no semaforizadas que se encuentran en la Av. El Sol, las cuales se observan a continuación:

Figura N° 16. Intersección 1



Fuente: Google Maps

Figura N° 17. Intersección 2



Fuente: Google Maps

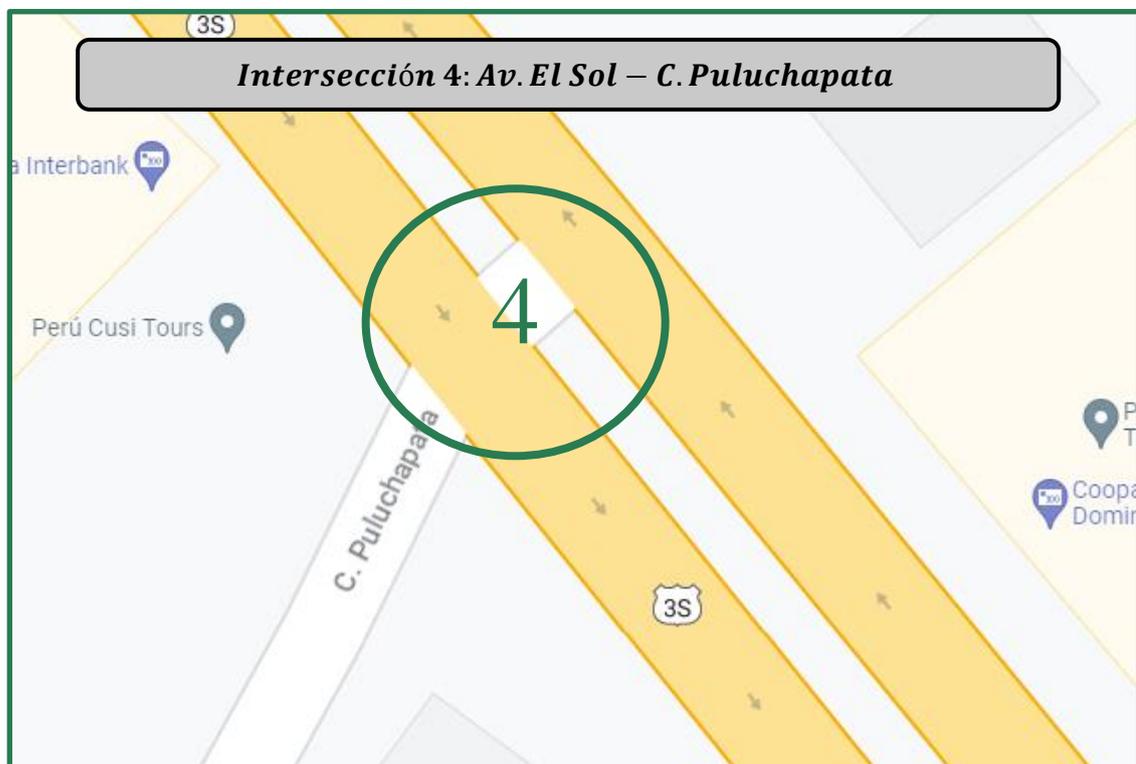


Figura N° 18. Intersección 3



Fuente: Google Maps

Figura N° 19. Intersección 4



Fuente: Google Maps



Figura N° 20. Intersección 5



Fuente: Google Maps

Figura N° 21. Intersección 6



Fuente: Google Maps



Figura N° 22. Intersección 7



Fuente: Google Maps

Figura N° 23. Intersección 8



Fuente: Google Maps



3.4.3. Método de muestreo

El método de muestreo utilizado en la investigación es el NO PROBABILÍSTICO, según Hernández Sampieri et al. (2014), en este tipo de muestreo la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino que son elegidos según las características que el investigador considere oportunos y apropiados para alcanzar su propósito. En este sentido, se realiza este tipo de muestreo considerando las intersecciones que permiten acceso vehicular y cumplan con los criterios de evaluación e inclusión.

3.4.4. Criterios de evaluación de la muestra

Se evalúan las intersecciones que se encuentran en la Av. El Sol considerando el manual HCM (Highway Capacity Manual).

- Determinando las características de tránsito y recopilando datos cuantitativos de circulación vehicular.
- Determinando las características semafóricas en las intersecciones de la avenida estudiada.

3.4.5. Criterios de inclusión

El presente estudio considera los siguientes criterios:

- Intersecciones semaforizadas y no semaforizadas que presenten flujo vehicular.
- Intersecciones que permitan circulación vehicular que se encuentren ubicadas en la Av. El Sol delimitada desde Calle Mantas hasta la Av. Tullumayu.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos pertinentes en el presente estudio, se utiliza la técnica de la observación, esta técnica permite tomar datos visualizados de manera directa y registrarlos en fichas.

Los Instrumentos metodológicos aplicados en la presente tesis son las fichas de observación tal como se mencionan a continuación:

Ficha de observación N°1: Utilizada para el levantamiento topográfico de la Avenida El Sol. Se registra por medio de la técnica de la observación las características de la vía, tales



como: anchos de vía, medidas de berma central, delimitación de carriles, postes y semáforos existentes.

Ficha de observación N°2: Utilizada para el conteo vehicular semanal en la Avenida El Sol. Teniendo como instrumento un cámara de registro, se emplea la técnica de la observación para obtener la cantidad de vehículos que circulan en la vía durante una semana (lunes a domingo) de 6 am a 10 pm.

Ficha de observación N°3: Utilizada para la clasificación vehicular en hora punta. Se registran los vehículos que circulan en la hora de máxima demanda, y por medio de la técnica de la observación se toman los datos considerando su dirección y tipo de vehículo en un tiempo determinado.

Ficha de observación N°4: Utilizada para la recolección de características semaforicas. Por medio de la técnica de la observación, se registran las características de los semáforos presentes en la Avenida El Sol tales como: visibilidad de colores, tiempo de cada color y de cada fase.

Ficha de observación N°5: Utilizada para la recolección de tiempo de recorrido entre intersecciones de la Av. El Sol, para posteriormente, y con la consideración de las distancias respectivas calcular la velocidad de desplazamiento operacional.

A continuación, se muestran las 5 fichas de observación aplicadas para la recolección de datos:

Tabla N° 4. Características de la vía

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DENOMINACIÓN
1				
2				
3				
4				

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 5. Aforo vehicular semanal

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	CONTEO VEHICULAR			
Fecha :				
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15				
06:15 - 06:30				
06:30 - 06:45				
06:45 - 07:00				
07:00 - 07:15				
07:15 - 07:30				
07:30 - 07:45				
07:45 - 08:00				
08:00 - 08:15				
08:15 - 08:30				
08:30 - 08:45				
08:45 - 09:00				
09:00 - 09:15				
09:15 - 09:30				
09:30 - 09:45				
09:45 - 10:00				
10:00 - 10:15				
10:15 - 10:30				
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				
12:30 - 12:45				
12:45 - 13:00				
13:00 - 13:15				
13:15 - 13:30				
13:30 - 13:45				
13:45 - 14:00				
14:00 - 14:15				
14:15 - 14:30				
14:30 - 14:45				
14:45 - 15:00				
15:00 - 15:15				
15:15 - 15:30				
15:30 - 15:45				
15:45 - 16:00				
16:00 - 16:15				
16:15 - 16:30				
16:30 - 16:45				
16:45 - 17:00				
17:00 - 17:15				
17:15 - 17:30				
17:30 - 17:45				
17:45 - 18:00				
18:00 - 18:15				
18:15 - 18:30				
18:30 - 18:45				
18:45 - 19:00				
19:00 - 19:15				
19:15 - 19:30				
19:30 - 19:45				
19:45 - 20:00				
20:00 - 20:15				
20:15 - 20:30				
20:30 - 20:45				
20:45 - 21:00				
21:00 - 21:15				
21:15 - 21:30				
21:30 - 21:45				
21:45 - 22:00				
TOTAL VEHÍCULOS				

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 6. Aforo vehicular clasificado

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3											
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023										
Testistas:	Bach. Yuliana Kareñiz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime										
Elemento:	CLASIFICACION VEHICULAR (Hora Punta)										
Intersección:											
Fecha:											
Aproximación:											
HORAS DE CONTROL	Transporte Livianos		Transporte Urbano			Transporte de Carga		Vehiculos Menores		TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	AUTO PART.	C. RURAL	MICROBUS	BUS	C. CAMON	TRAYLER	MOTOS/BICICLETAS				
6:00-6:15											
6:15-6:30											
6:30-6:45											
6:45-7:00											
7:00-7:15											
7:15-7:30											
7:30-7:45											
7:45-8:00											
8:00-8:15											
8:15-8:30											
8:30-8:45											
8:45-9:00											
9:00-9:15											
9:15-9:30											
9:30-9:45											
9:45-10:00											
10:00-10:15											
10:15-10:30											
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											
12:30-12:45											
12:45-13:00											
13:00-13:15											
13:15-13:30											
13:30-13:45											
13:45-14:00											
14:00-14:15											
14:15-14:30											
14:30-14:45											
14:45-15:00											
15:00-15:15											
15:15-15:30											
15:30-15:45											
15:45-16:00											
16:00-16:15											
16:15-16:30											
16:30-16:45											
16:45-17:00											
17:00-17:15											
17:15-17:30											
17:30-17:45											
17:45-18:00											
18:00-18:15											
18:15-18:30											
18:30-18:45											
18:45-19:00											
19:00-19:15											
19:15-19:30											
19:30-19:45											
19:45-20:00											
20:00-20:15											
20:15-20:30											
20:30-20:45											
20:45-21:00											
21:00-21:15											
21:15-21:30											
21:30-21:45											
21:45-22:00											

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 7. Tiempos Semafóricos

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareiz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFÓRICAS								
Intersección:									
Fase:									
Fecha:									
	Estado		Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
	Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja								
	Luz Amarilla								
	Luz Verde								

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8. Tiempo de recorrido – cálculo de velocidades

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
FICHA DE OBSERVACION N°5							
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023						
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareiz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime						
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades						
Acceso:							
N° de recorrido	Intersección Inicio	Intersección Fin	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)	Velocidad Promedio (Km/Hr)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
Velocidad Promedio Total (Km/Hr)				Km/hr			

Fuente: Elaboración propia



3.5.1. Instrumentos de ingeniería

Los instrumentos de ingeniería empleados para la recolección de datos son necesarios para el desarrollo del presente estudio como para un adecuado levantamiento topográfico, aforos vehiculares y los trabajos en gabinete, estos son:

Equipos:

- **Estación total:** Aparato electro – óptico empleado para medir distancias y ángulos, nos permite tener referencia de las coordenadas en el espacio levantado.

Figura N° 24. Estación Total



Fuente: Elaboración propia



- **Wincha:** Es una herramienta muy útil en topografía que nos permite medir distancias de un punto a otro.

Figura N° 25. Wincha 30 m/100ft



Fuente: Elaboración propia

- **Cámara:** Dispositivo tecnológico utilizado para capturar a señales de video

Figura N° 26. Cámara filmadora



Fuente: Elaboración propia



Software:

- **Google Earth Pro:** Programa de geolocalización que nos da la opción de poder visualizar las imágenes satelitales en 3D.

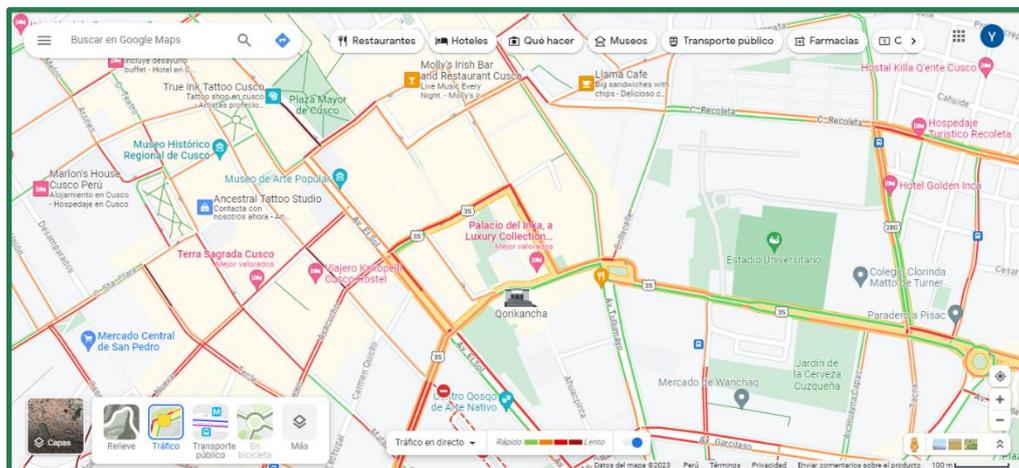
Figura N° 27. Visualización de imagen satelital en 3D



Fuente: Google Earth Pro

- **Google Maps:** Herramienta que permite identificar un punto exacto de un lugar, así como la visualización de rutas y las zonas donde el tráfico es rápido o lento.

Figura N° 28. Visualización del tráfico

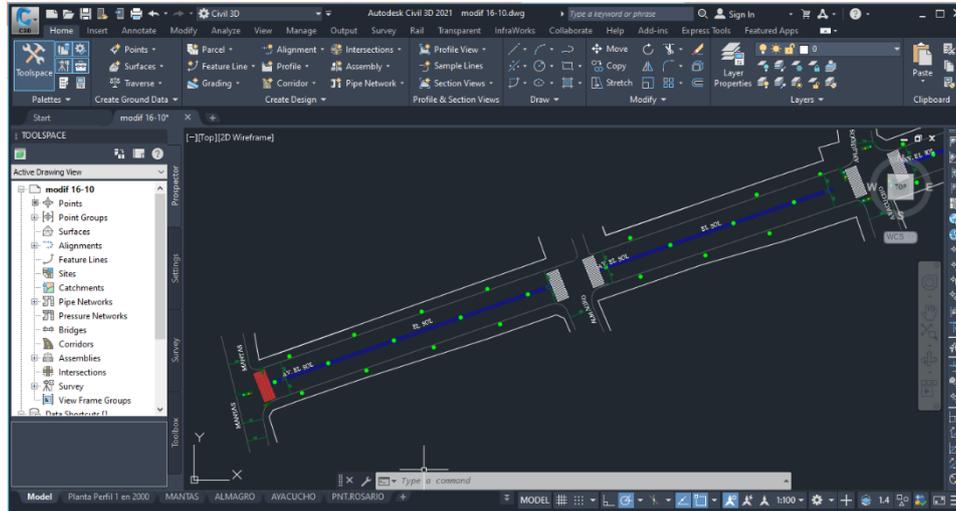


Fuente: Google Maps



- **Autodesk Civil 3D:** Software que permite la visualización de los puntos de un levantamiento topográfico y realizar trabajos complejos relacionados con una infraestructura donde se aprecia la modelación bidimensional y tridimensional.

Figura N° 31. Levantamiento planimétrico



Fuente: Civil 3D

3.6. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Para cumplir con los objetivos que se plantearon en la presente investigación, se requiere de fichas de observación. Para la ficha N° 3 se utilizó la clasificación vehicular según lo que rige la MTC en la directiva N°002 – 2006 – MTC/15 que fue aprobada mediante la R.D. N° 4848 – 2006- MTC, así también se tuvo una revisión por un experto para las fichas N° 1, N°2 y N°4, el cual dio sus observaciones que fueron levantadas y corregidas para finalmente dar su aprobación dando así su validez y confiabilidad.

3.7. Procedimiento de recolección de datos

3.7.1. Zonificación

En la figura N°33 se visualiza la zonificación del área en estudio que se encuentra clasificada según la leyenda en la figura N°34 en donde se señala la clasificación de uso de suelo que utiliza según la Municipalidad Provincial del Cusco (2013) en el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Cusco 2013 – 2023.

Figura N° 32. Zonificación de la Av. El Sol



Fuente: (Municipalidad Provincial del Cusco, 2013)

Figura N° 33. Clasificación del Uso de Suelo Según la Municipalidad Provincial del Cusco



Fuente: (Municipalidad Provincial del Cusco, 2013)

En el área de estudio, así como lo delimita la Municipalidad Provincial del Cusco comprende zonas como:

- Zona comercial: En la zona de estudio en su mayoría se cuenta con centros comerciales como el centro comercial Ollanta, la feria artesanal de productores, el Centro Comercial Cusco, agencias de viaje y turismo entre otros.



- Zona de Servicios Públicos Complementarios: Se tiene el colegio “La Merced” que se encuentra en la calle Almagro, el colegio de “Las Mercedes” ubicada en la calle Arrayanniyoc y la escuela de Post Grado de la Universidad Andina del Cusco.
- Zona Residencial: Son áreas destinadas para el uso de viviendas, como se puede apreciar en el área de estudio es mínimo.
- Otros usos: Se cuenta con bancos como son el banco de la Nación, BBVA, BCP, entre otros bancos, así como también se tiene el Palacio de Justicia, la RENIEC, hospedajes, etc.

3.7.2. Descripción física de cada intersección

Para realizar la descripción física de cada intersección, se realizó el levantamiento topográfico de toda la Av. El Sol adjuntado en el Anexo n°1, considerando el ancho de las vías, semáforos y postes existentes. De dicho procedimiento se obtiene la información que se detalla a continuación:

Figura N° 34. Instalación de la Estación Total



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 35. Levantamiento de cada intersección



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 36. Toma de medidas de semáforos



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 37. Toma de características geométricas de la vía



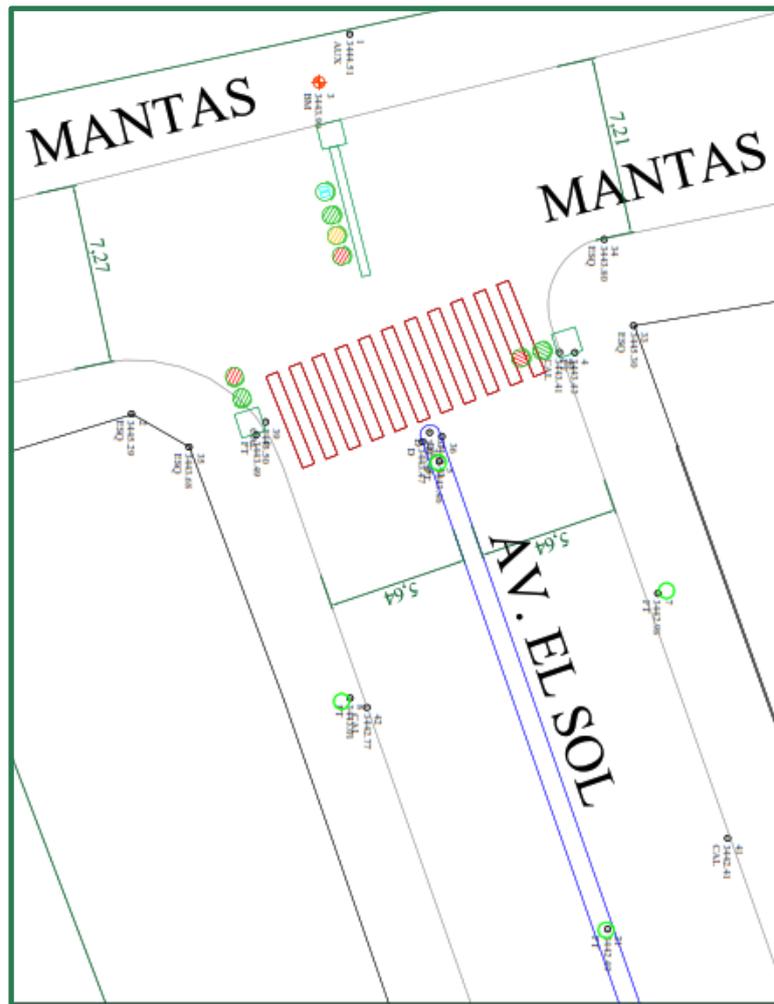
Fuente: Elaboración propia

Intersección 1: Av. El Sol- Calle Mantas

- ❖ La calle Mantas presenta por el acceso Noreste una calzada de 7.21 m de ancho la cual trabaja con dos sentidos de flujo vehicular. De igual manera, por el acceso Noroeste se cuenta con flujo vehicular en dos sentidos, un carril por sentido, ubicados en una calzada de 7.27 m de ancho.
- ❖ En esta intersección, encontramos lo que viene a ser el inicio de la Av. El Sol. Cuya calzada cuenta con 5.64 m de ancho en cada sentido, teniendo a dos carriles de circulación por sentido, es decir cada carril es de 2.82 m de ancho. Además, cuenta con una berma central de 0.81 m. y una longitud de 113.54 metros hasta el siguiente cruce.



Figura N° 38. Levantamiento planimétrico intersección 1



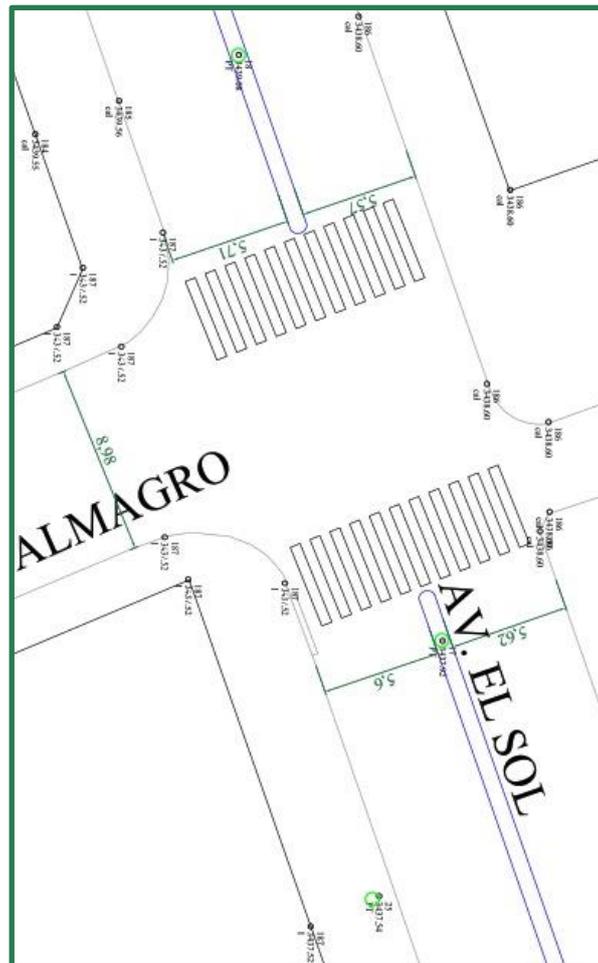
Fuente: Elaboración propia

Intersección 2: Av. El Sol- Calle Almagro

- ❖ La calle Almagro presenta por el acceso Suroeste una calzada de 8.98 m de ancho la cual trabaja con dos sentidos de flujo vehicular.
- ❖ En esta intersección, la Av. El Sol cuenta con 5.6 m de ancho en cada sentido, teniendo a dos carriles hábiles por sentido, es decir cada carril es de 2.82 m de ancho. Además, cuenta con una berma central de 0.81 m y una distancia de 102.14 metros con el siguiente cruce.



Figura N° 39. Levantamiento planimétrico intersección 2



Fuente: Elaboración propia

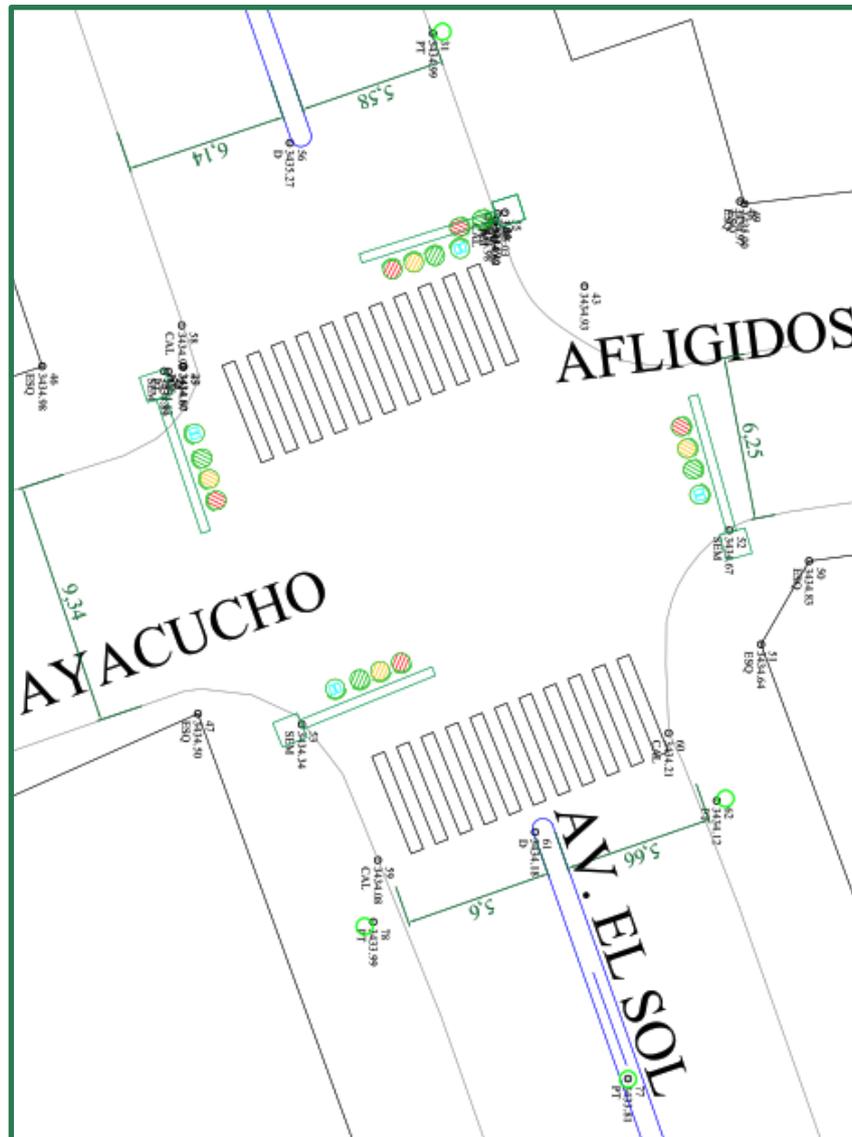
Intersección 3: Av. El Sol- Ayacucho

- ❖ En esta intersección, la Av. El Sol presenta una calzada de 5.66 m de ancho en cada sentido, teniendo a dos carriles hábiles por sentido, es decir cada carril es de 2.82 m de ancho, cuentan con una berma central de 0.81 m, semáforos vehiculares y peatonales. Además, presenta una longitud de 169.04 metros con el siguiente cruce.
- ❖ En el acceso Suroeste de la Av. El Sol, se encuentra ubicada la calle Ayacucho que presenta por el acceso Suroeste una calzada de 9.34 m de ancho, la cual trabaja con dos sentidos de flujo vehicular.



- ❖ En el acceso Noreste de la Av. El Sol, se encuentra ubicada la calle Afligidos que presenta una calzada de 6.25 m de ancho, la cual trabaja con dos sentidos de flujo vehicular, siendo cada sentido de un carril de 3.13 m de ancho.

Figura N° 40. Levantamiento planimétrico intersección 3



Fuente: Elaboración propia

Intersección 4: Av. El Sol – Calle Puluchapata

- ❖ En esta intersección, la Av. El Sol intercepta con la Calle Puluchapata que presenta una calzada de 3.2 m de ancho de un solo sentido, carece de señalización semafórica tanto vehicular como peatonal.

- ❖ En esta intersección, se puede apreciar una señalización del tipo vertical que indica la prohibición de ingreso vehicular de la misma Av. El Sol hacia San Andrés.

Figura N° 41. Levantamiento planimétrico intersección 4



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 42. Señal vertical de un movimiento no permitido

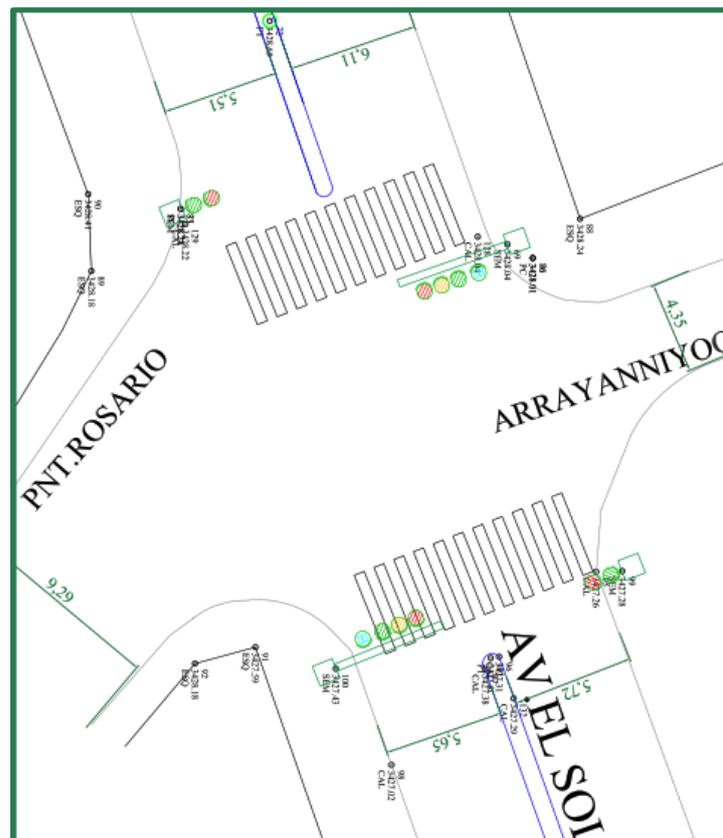


Fuente: Elaboración Propia

Intersección 5: Puente Rosario - Av. El Sol- Calle Arrayanniyooq

- ❖ En esta intersección, la Av. El Sol presenta una calzada que admite dos sentidos de circulación, el acceso Suroeste de 5.72 m de ancho y en el acceso Noroeste una calzada de 5.65 m. Se tienen dos carriles hábiles por sentido que cuentan con una berma central de 0.81 m, semáforos vehiculares y peatonales. Además, presentan una longitud de 336.08 metros con el siguiente cruce.
- ❖ Por el acceso Suroeste de la Av. El Sol, se encuentra ubicado Puente Rosario, que presenta una calzada total de 9.29 m de ancho, la cual trabaja con dos sentidos de flujo vehicular, siendo cada sentido de 1 carril de 4.64 m.
- ❖ Por el acceso Noreste de la Av. El Sol, se encuentra ubicada la calle Arrayanniyooq que presenta una calzada de 4.35 m de ancho que trabaja en un solo sentido de flujo vehicular y cuenta con un solo carril.

Figura N° 43. Levantamiento planimétrico intersección 5



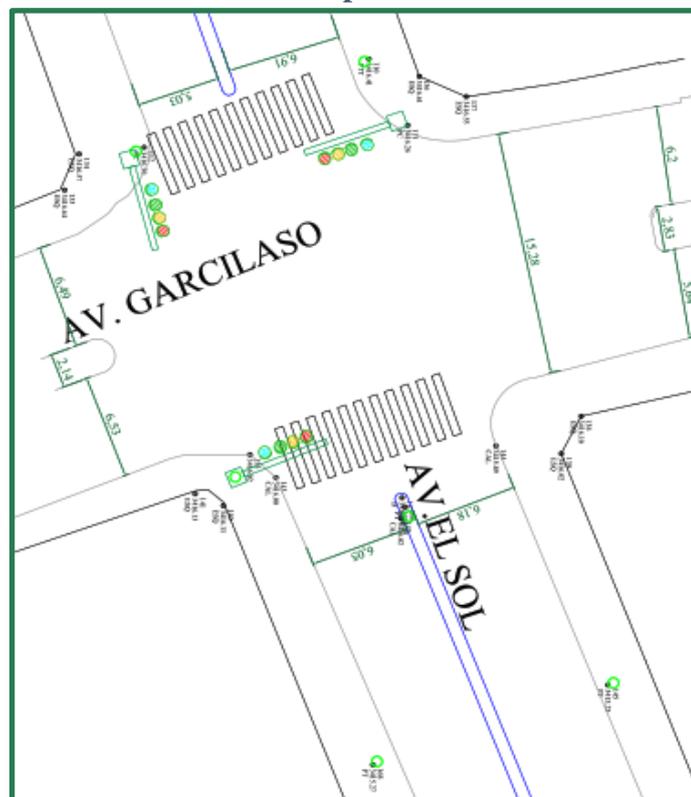
Fuente: Elaboración propia



Intersección 6: Av. El Sol- Av. Garcilaso

- ❖ En esta intersección, la Av. El Sol presenta una calzada que admite dos sentidos de circulación del acceso Sureste de 6.18 m de ancho y Noroeste una calzada de 6.05 m. Se tienen dos carriles hábiles por sentido, cuentan con una berma central de 0.81 m, semáforos vehiculares y peatonales. Además, presenta una longitud de 131.23 metros con el siguiente cruce.
- ❖ La Av. El Sol se encuentra con la Av. Garcilaso, por el lado Suroeste presenta una calzada que trabaja con dos sentidos de flujo vehicular, cada sentido de dos carriles. De Suroeste a Sureste se tiene un ancho de calzada de 6.49, mientras que, de Sureste a Suroeste, se tiene 6.53 m de ancho. Además, también se observa la presencia de una berma central de 2.14 m de ancho.
- ❖ Por el lado Noreste de la Av. El Sol, la Av. Garcilaso presenta una calzada total de 15.28 m de ancho que se encuentran separado por una berma central de 2.83 m de ancho. Esta avenida trabaja con 4 carriles, 2 carriles por sentido de circulación vehicular.

Figura N° 44. Levantamiento planimétrico intersección 6



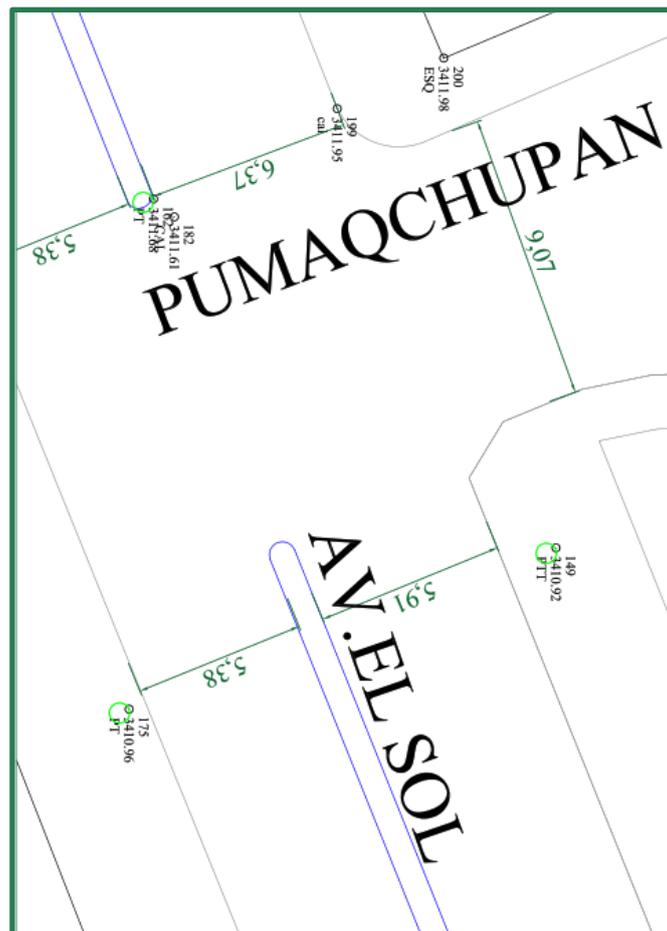
Fuente: Elaboración propia



Intersección 7: Av. El Sol- Calle Pachacútec – Pumaqchupan

- ❖ En esta intersección, encontramos la intersección de la Av. El Sol con la Calle Pachacútec – Pumaqchupan. La Av. El Sol presenta una calzada que admite dos sentidos de circulación delimitados por una berma central de 0.81 m de ancho. Del acceso Sureste se tiene un ancho de calzada de 5.91 m, mientras que, de Noroeste, se tiene 5.38 m de ancho. Cada sentido trabaja a dos carriles y no se observa semaforización.
- ❖ La calle Pachacútec – Pumaqchupan, ubicada como el acceso Noreste de la Av. El Sol, cuenta con un ancho total de calzada de 9.07 m. Esta calzada trabaja en dos sentidos opuestos de circulación, cada sentido con un solo carril disponible.

Figura N° 45. Levantamiento planimétrico intersección 7



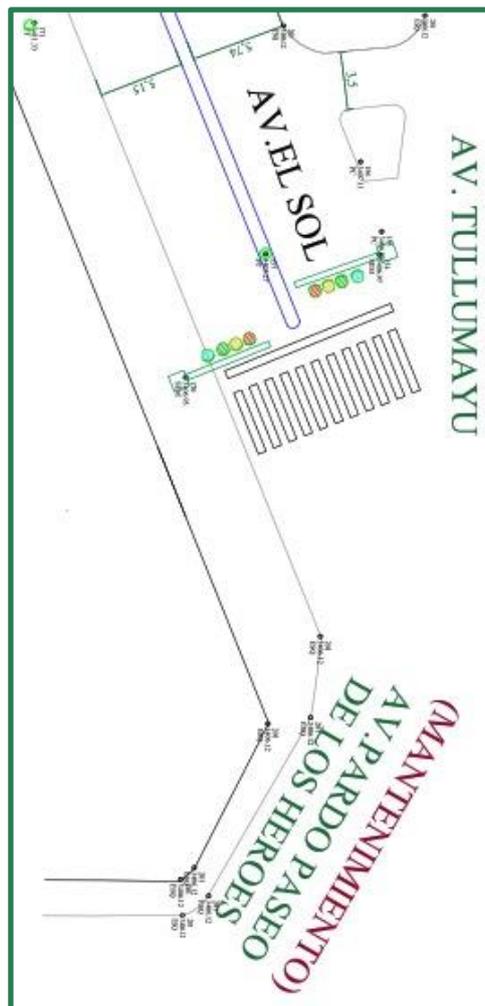
Fuente: Elaboración propia



Intersección 8: Av. El Sol – Tullumayu

- ❖ En la Av. El Sol por el acceso noreste cuenta con una calzada 3.5 metros de ancho, permite un flujo vehicular en un solo sentido. La Av. El Sol presenta una calzada que admite dos sentidos de circulación delimitados por una berma central de 0.81 metros de ancho cuyo acceso sureste tiene un ancho de calzada de 5.74 metros de ancho y para el acceso noroeste tiene una calzada de 5.15 metros de ancho, ambas calzadas con dos carriles de circulación.
- ❖ La intersección N° 8 no cuenta con el total de accesos habilitados debido al mantenimiento de la vía Av. Pardo paseo de los héroes.

Figura N° 46. Levantamiento planimétrico intersección 8



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 47. Fotografía de la Intersección 8



Fuente: Elaboración Propia

3.7.3. *Tráfico vehicular actual*

3.7.3.1. **Aforo semanal**

Para obtener el tráfico vehicular actual que se presenta en la Av. El Sol, se realizó el conteo vehicular durante un lapso de tiempo de una semana de lunes a domingo. El conteo se realizó de 6:00 am a 10:00 pm en intervalos de tiempo de 15 minutos.

Para conseguir los datos necesarios se utilizó como instrumento de recolección una cámara estacionaria perteneciente a la Municipalidad del Cusco ubicada en la Intersección de la Av. El Sol con Puente Rosario y la calle Arrayanniyoc, cuyas grabaciones permitieron realizar el posterior aforo vehicular respectivo durante una semana como se observa en las tablas adjuntas en el Anexo N°2.

Figura N° 48. Cámara fija de la Municipalidad del Cusco



Fuente: Elaboración propia



Del aforo semanal realizado se obtuvo que tal como se muestra en la Tabla N°9, el día de mayor afluencia vehicular es un día viernes con un total de 27,613 vehículos siendo este dato fundamental para visualizar el estado más crítico de las diferentes intersecciones de la Av. El Sol.

Tabla N° 9. Aforo vehicular semanal

Días	Vehículos por acceso		Aforo Total
	Noroeste	Sureste	
Lunes	13615	12629	26244
Martes	13506	12606	26112
Miércoles	13689	12951	26640
Jueves	13332	12565	25897
Viernes	14326	13287	27613
Sábado	13652	12364	26016
Domingo	10818	8976	19794

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10. Grafica de aforo semanal

Días	Gráfico de aforo total (cantidad de vehículos)
Lunes	26244
Martes	26112
Miércoles	26640
Jueves	25897
Viernes	27613
Sábado	26016
Domingo	19794

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, en la presente investigación se considera al día viernes para obtener los flujos vehiculares en cada una de las intersecciones que componen nuestra vía de estudio (Av. El Sol).

Tomando en consideración que la toma de datos es en intervalos de 15 minutos, se realiza la sumatoria de forma horaria, de tal manera que la hora de máxima demanda sea la más crítica posible, teniendo así la hora real en donde se presenta mayor afluencia vehicular.



En el aforo ejecutado el día viernes de 6:00 a 22:00, en la Tabla N°11 y en la Figura N°49, se identifica que la hora punta o pico en la Av. El Sol es de 5:15 pm a 6:15 pm.

Tabla N°11. Aforo vehicular día viernes

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laimé			
Elemento:	AFORO VIERNES			
Fecha:	10/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	71	77	148	148
06:15 - 06:30	72	83	155	155
06:30 - 06:45	79	94	173	173
06:45 - 07:00	125	113	238	714
07:00 - 07:15	154	127	281	847
07:15 - 07:30	159	115	274	966
07:30 - 07:45	174	137	311	1104
07:45 - 08:00	191	162	353	1219
08:00 - 08:15	235	172	407	1345
08:15 - 08:30	198	146	344	1415
08:30 - 08:45	229	183	412	1516
08:45 - 09:00	228	179	407	1570
09:00 - 09:15	258	161	419	1582
09:15 - 09:30	240	173	413	1651
09:30 - 09:45	216	202	418	1657
09:45 - 10:00	241	202	443	1693
10:00 - 10:15	250	220	470	1744
10:15 - 10:30	289	196	485	1816
10:30 - 10:45	255	231	486	1884
10:45 - 11:00	267	215	482	1923
11:00 - 11:15	246	238	484	1937
11:15 - 11:30	261	227	488	1940
11:30 - 11:45	264	253	517	1971



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO VIERNES			
Fecha:	10/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL 1/4 HORA	SUMA HORARIA
11:45 - 12:00	267	206	473	1962
12:00 - 12:15	287	254	541	2019
12:15 - 12:30	270	234	504	2035
12:30 - 12:45	237	213	450	1968
12:45 - 13:00	237	215	452	1947
13:00 - 13:15	228	241	469	1875
13:15 - 13:30	228	178	406	1777
13:30 - 13:45	241	236	477	1804
13:45 - 14:00	214	231	445	1797
14:00 - 14:15	214	246	460	1788
14:15 - 14:30	199	230	429	1811
14:30 - 14:45	220	219	439	1773
14:45 - 15:00	220	189	409	1737
15:00 - 15:15	226	224	450	1727
15:15 - 15:30	225	195	420	1718
15:30 - 15:45	257	247	504	1783
15:45 - 16:00	211	226	437	1811
16:00 - 16:15	294	211	505	1866
16:15 - 16:30	250	239	489	1935
16:30 - 16:45	281	245	526	1957
16:45 - 17:00	254	249	503	2023
17:00 - 17:15	266	292	558	2076
17:15 - 17:30	259	261	520	2107
17:30 - 17:45	264	290	554	2135
17:45 - 18:00	289	251	540	2172
18:00 - 18:15	282	288	570	2184
18:15 - 18:30	228	239	467	2131
18:30 - 18:45	262	295	557	2134

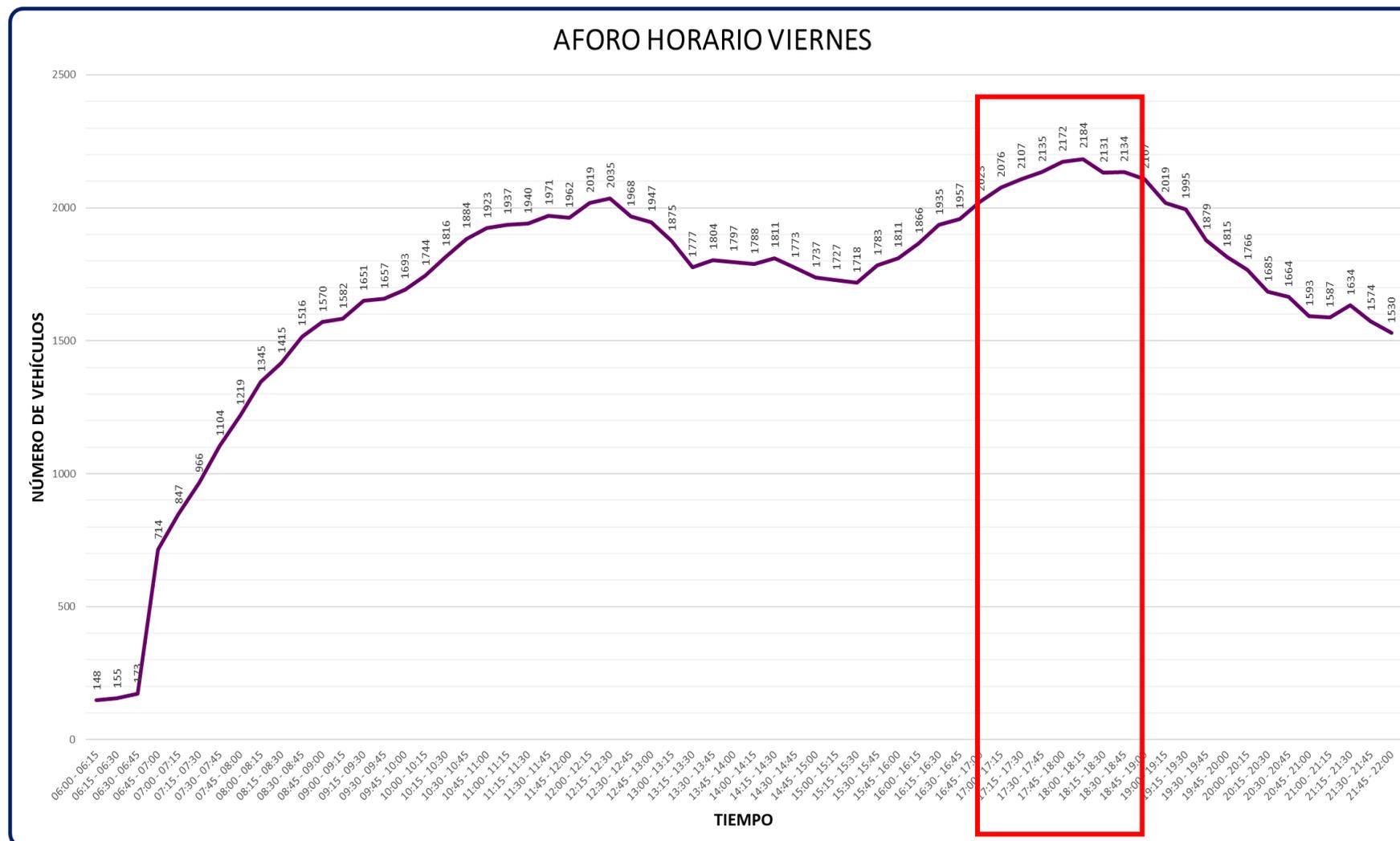


 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO VIERNES			
Fecha:	10/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL 1/4 HORA	SUMA HORARIA
18:45 - 19:00	272	241	513	2107
19:00 - 19:15	245	237	482	2019
19:15 - 19:30	244	199	443	1995
19:30 - 19:45	219	222	441	1879
19:45 - 20:00	237	212	449	1815
20:00 - 20:15	222	211	433	1766
20:15 - 20:30	183	179	362	1685
20:30 - 20:45	197	223	420	1664
20:45 - 21:00	187	191	378	1593
21:00 - 21:15	195	232	427	1587
21:15 - 21:30	190	219	409	1634
21:30 - 21:45	167	193	360	1574
21:45 - 22:00	156	178	334	1530
TOTAL	14326	13287	27613	

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 49. Hora punta del día viernes



Fuente: Elaboración propia



3.7.4. Verificación

La verificación por el criterio de Chauvenet es para procesar datos estadísticos, como primer paso se calcula el valor de umbral D_{max} que depende de la cantidad de lecturas que se tiene $N = 4$, teniendo así un $P_z = 0.06250$. Con respecto a la tabla de normalidad de Chauvenet el $D_{max} = 1.534$ y debe cumplir la condición $Pr(Z > D_{max})$ para toda la verificación.

Como segundo Paso se tienen los datos normalizados donde se calcula el Z correspondiente para cada lectura.

3.7.4.1. Verificación del conteo vehicular semanal

Esta herramienta estadística permite evaluar la cantidad de vehículos que transitan cada 15 minutos por la Av. El Sol y determina si un valor es atípico o típico, en consecuencia, da a conocer si dicho valor es válido o inválido, en la tabla N°12 se tiene los datos estadísticos para el criterio.

Con este criterio estadístico se verifica que todos los datos sean válidos cada 15 minutos, la validez de los datos se encuentra en el Anexo N°4, donde se observa que todos los datos están dentro de lo permitido.

Tabla N° 12. Valores del criterio de Chauvenet en el conteo vehicular semanal

Datos Estadísticos	6:00 - 7:00	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00
Media de la Muestra	297.500	1034.000	1461.500	1645.750	1841.750	1952.500
Desviación Estandar	240.639	140.284	87.288	40.158	68.200	14.396
Coefficiente de Variación	80.887	13.567	5.973	2.440	3.703	0.737
Varianza de la Muestra	77209.667	26239.333	10159.000	2150.250	6201.583	276.333
Desviación típica	277.866	161.986	100.792	46.371	78.750	16.623
Datos Estadísticos	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00
Media de la Muestra	1992.250	1813.250	1777.250	1759.750	1945.250	2122.500
Desviación Estandar	35.982	37.003	26.892	38.674	56.055	35.387
Coefficiente de Variación	1.806	2.041	1.513	2.198	2.882	1.667
Varianza de la Muestra	1726.250	1825.583	964.250	1994.250	4189.583	1669.667
Desviación típica	41.548	42.727	31.052	44.657	64.727	40.862
Datos Estadísticos	18:00 - 19:00	19:00 - 20:00	20:00 - 21:00	21:00 - 22:00		
Media de la Muestra	2139.000	1927.000	1677.000	1581.250		
Desviación Estandar	28.009	83.570	61.664	37.063		
Coefficiente de Variación	1.309	4.337	3.677	2.344		
Varianza de la Muestra	1046.000	9312.000	5070.000	1831.583		
Desviación típica	32.342	96.499	71.204	42.797		

Fuente: Elaboración propia

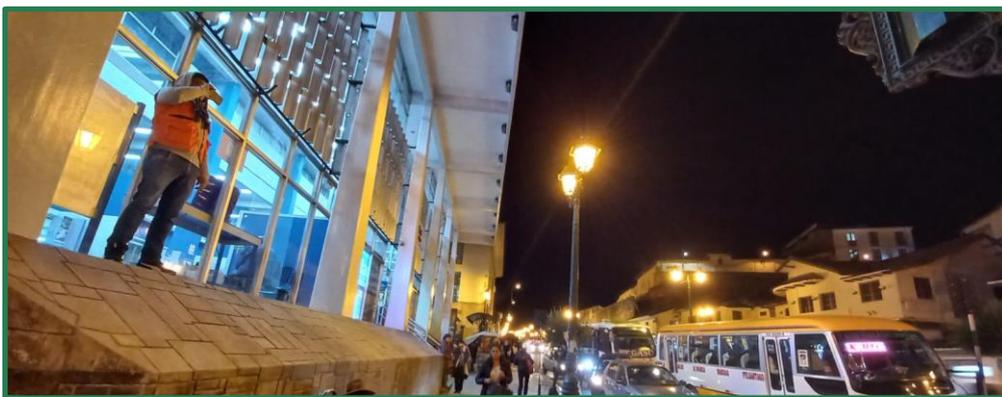


3.7.4.2. Aforo en la Hora Punta

Teniendo en cuenta que los aforos indican una Hora Pico o Punta el día viernes de 5:15 pm a 6:15 pm. Se procedió a registrar todos los vehículos que circulan por cada una de las intersecciones por medio de grabaciones simultaneas en cada una de estas.

Primero, se realizó un reconocimiento de la vía en estudio para ubicar puntos desde donde se tiene una visión adecuada de la circulación vehicular en cada una de las intersecciones. Segundo, se designó a una persona para que grabara una determinada intersección durante 1 hora utilizando como herramienta la cámara del smartphone.

Figura N° 50. Grabación en la hora punta en la intersección 6



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 51. Grabación en la hora punta en la intersección 5



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 52. Grabación en la hora punta en la intersección 3



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 53. Grabación en la hora punta en la intersección 2



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con las grabaciones ya culminadas, se continua con el correspondiente procesamiento de la información en gabinete. Se realiza el aforo en intervalos de 15 minutos y además considerando la clasificación que nos indica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) que se muestra de manera detallada en las tablas del Anexo N°3.

Teniendo la información del conteo vehicular en hora punta se realiza la verificación de la validez de datos mediante el criterio de chauvenet, con la



finalidad de tener datos confiables, dichos resultados se muestran de manera detallada en el Anexo N°4.

Para una mejor visualización, en la tabla N°13 se tiene el resumen del conteo vehicular en hora punta donde se observa el total de vehículos que se desplazan por los diferentes accesos que se tiene en las intersecciones.

Tabla N° 13. Resumen del conteo vehicular en hora punta

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 					
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023				
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez velasquez				
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime				
Elemento:	Resumen de clasificacion vehicular en hora punta				
Fecha:	Viernes 14 de abril del 2023				
INTERSECCIÓN	HORA DE CONTROL	NO - SO	SE - NE	NE - NO	SO - SE
Mantas	17:15 - 18:15		675	613	454
Almagro		725	1139		76
Ayacucho		721	890	488	584
C. Puluchapata		855	873		
Puente Rosario		933	1079		552
Av. Garcilaso		985	680	1093	29
Pumaqchupan		676	460	204	
Tullumayu		682	1028		388

Fuente: Elaboración propia

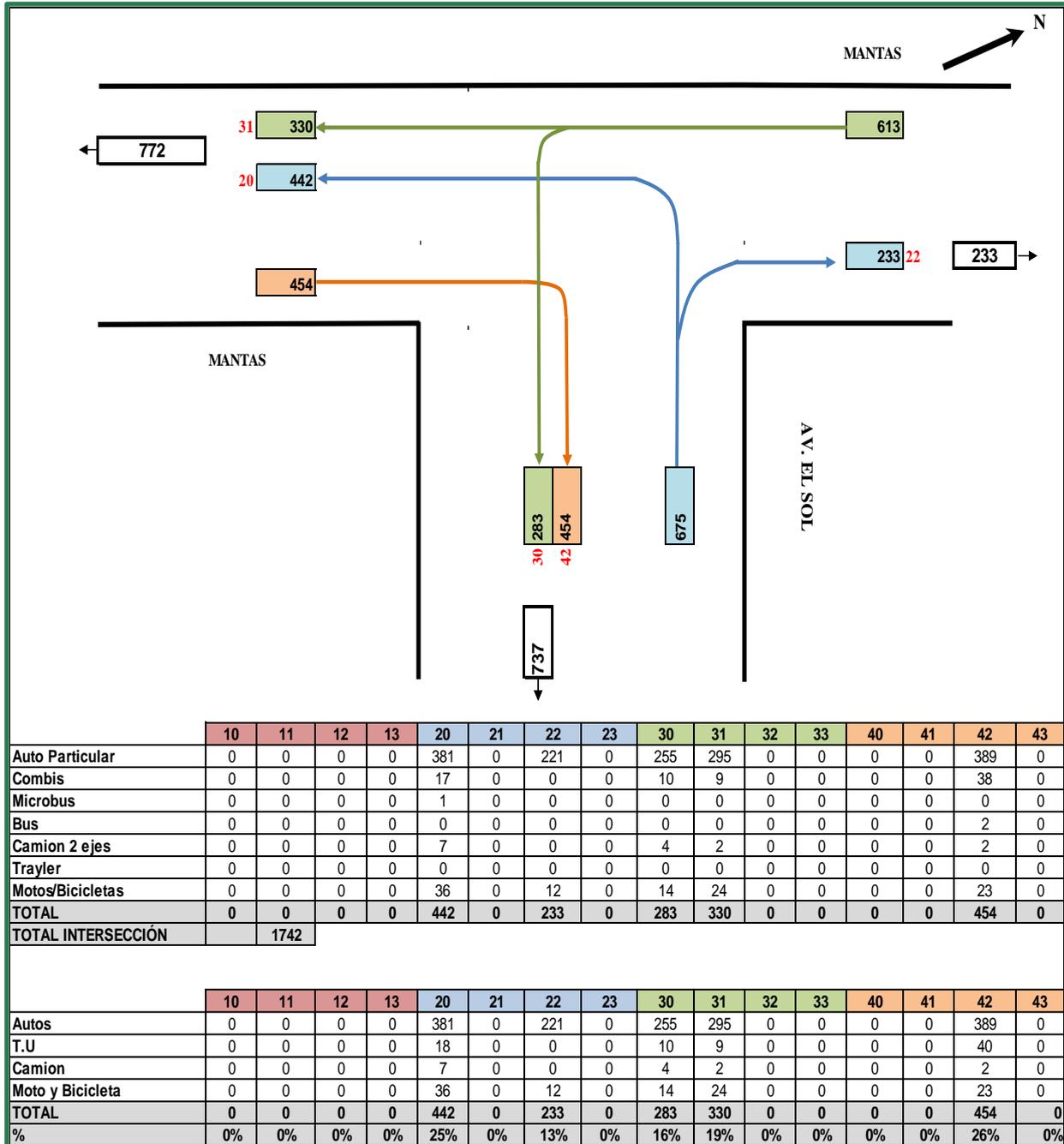
3.7.4.3. Flujogramas Vehiculares

Los diagramas de flujo de vehículos son representaciones gráficas del movimiento de los automóviles a lo largo de una carretera, calle o autopista, que ilustran las



numerosas interacciones entre los componentes del sistema de transporte. Se cuenta con 8 flujogramas que se muestran a continuación:

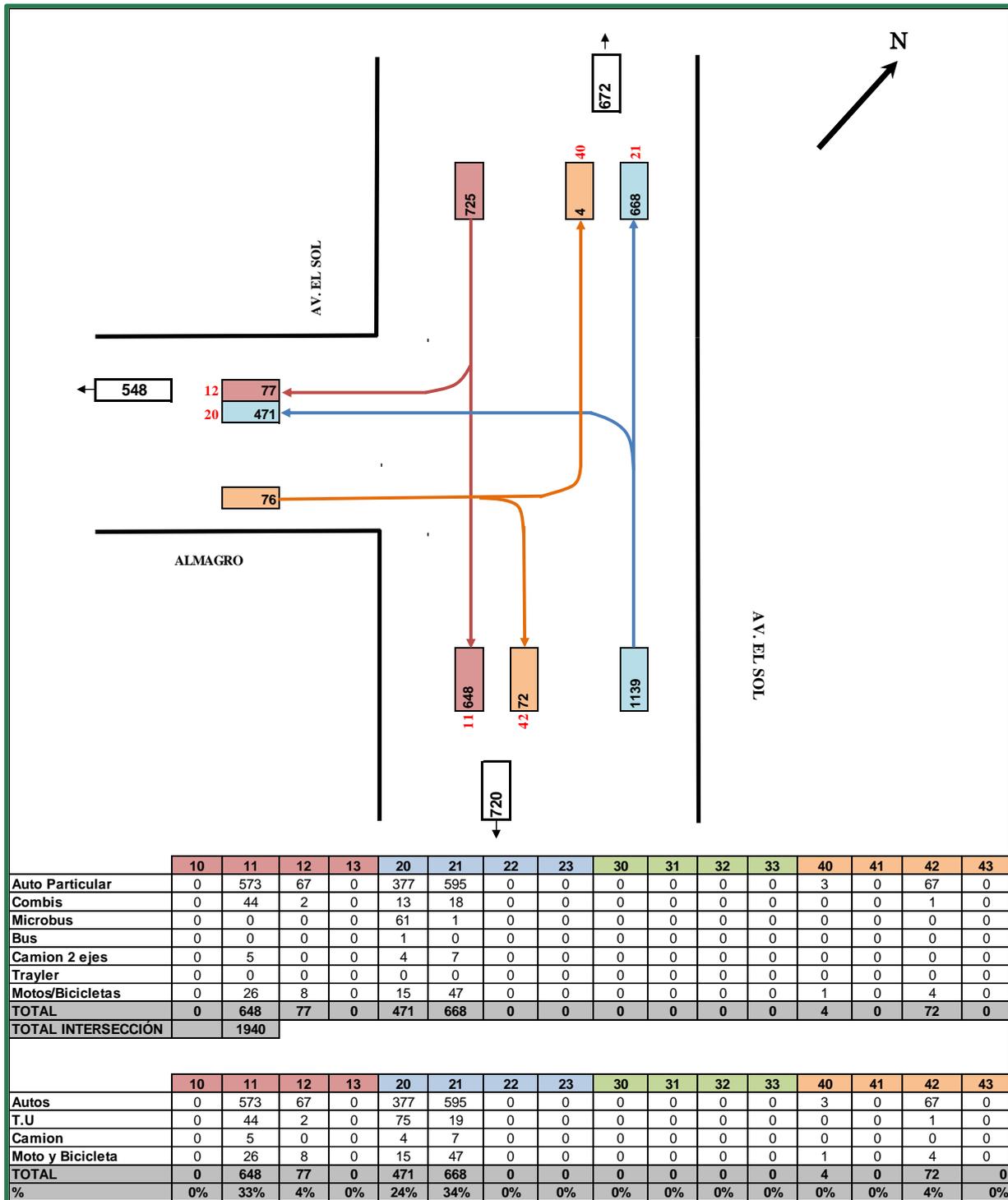
Figura N° 54. Flujograma vehicular de la intersección 1



Fuente: Elaboración propia



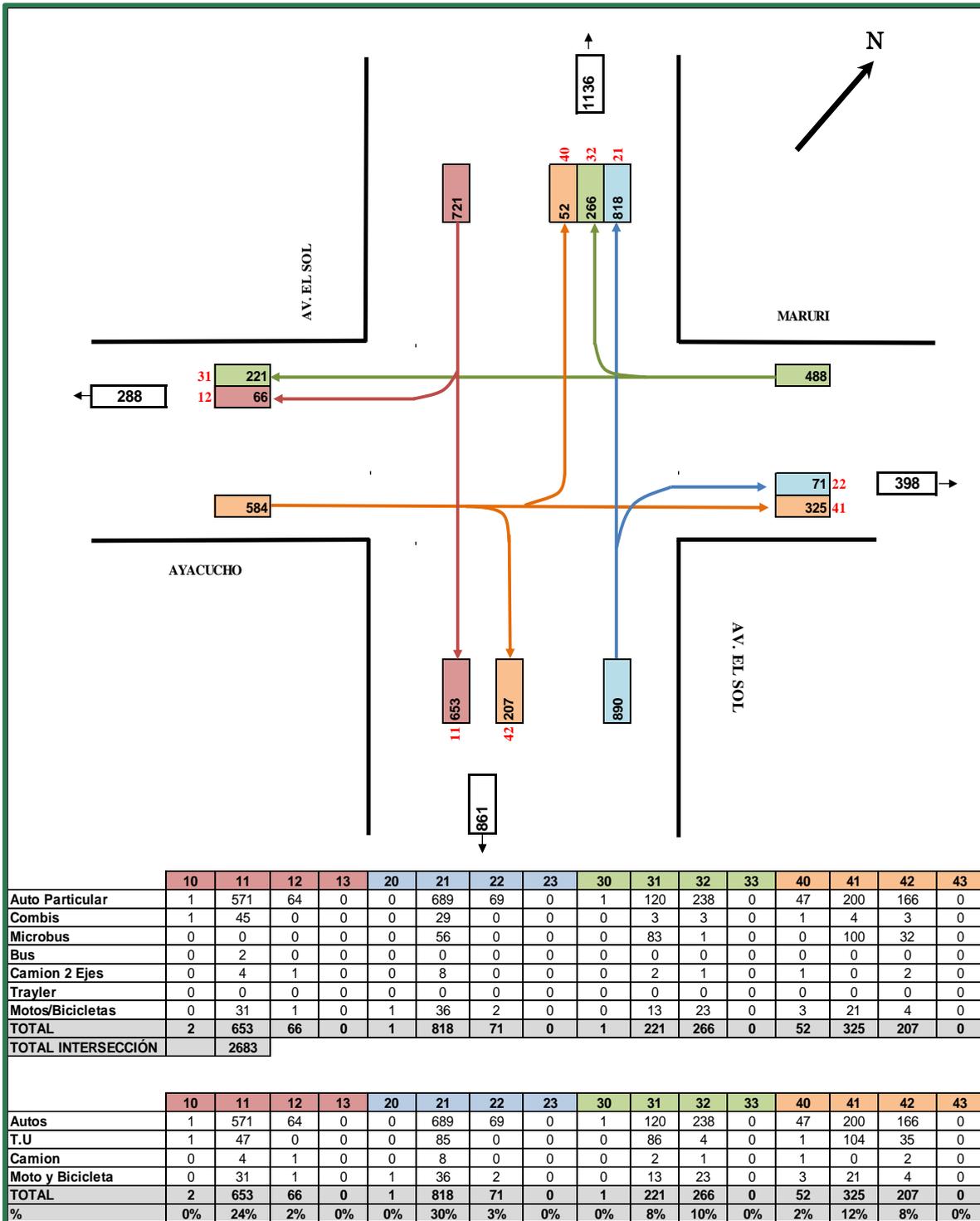
Figura N° 55. Flujograma vehicular de la intersección 2



Fuente: Elaboración propia



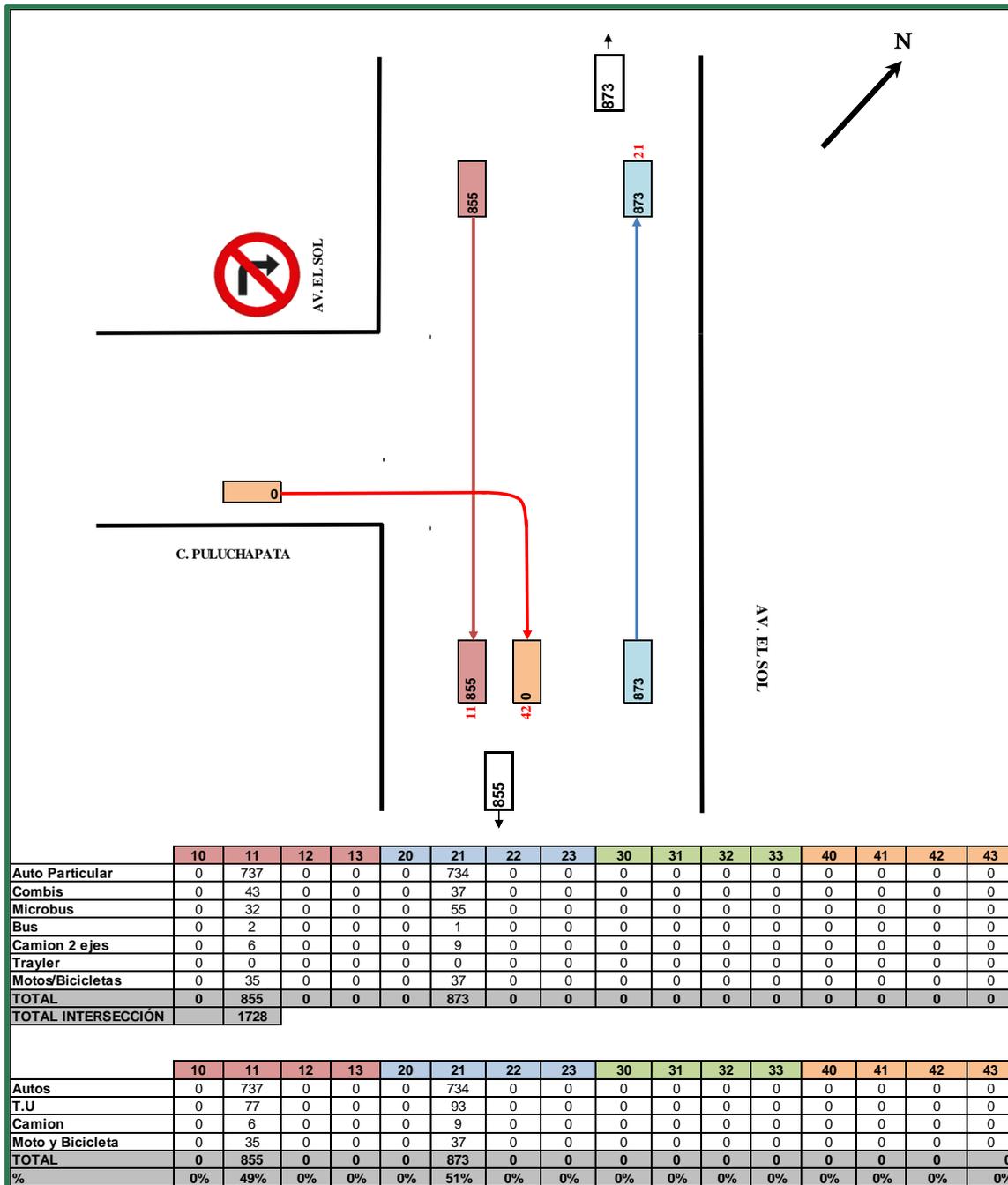
Figura N° 56. Flujograma vehicular de la intersección 3



Fuente: Elaboración propia



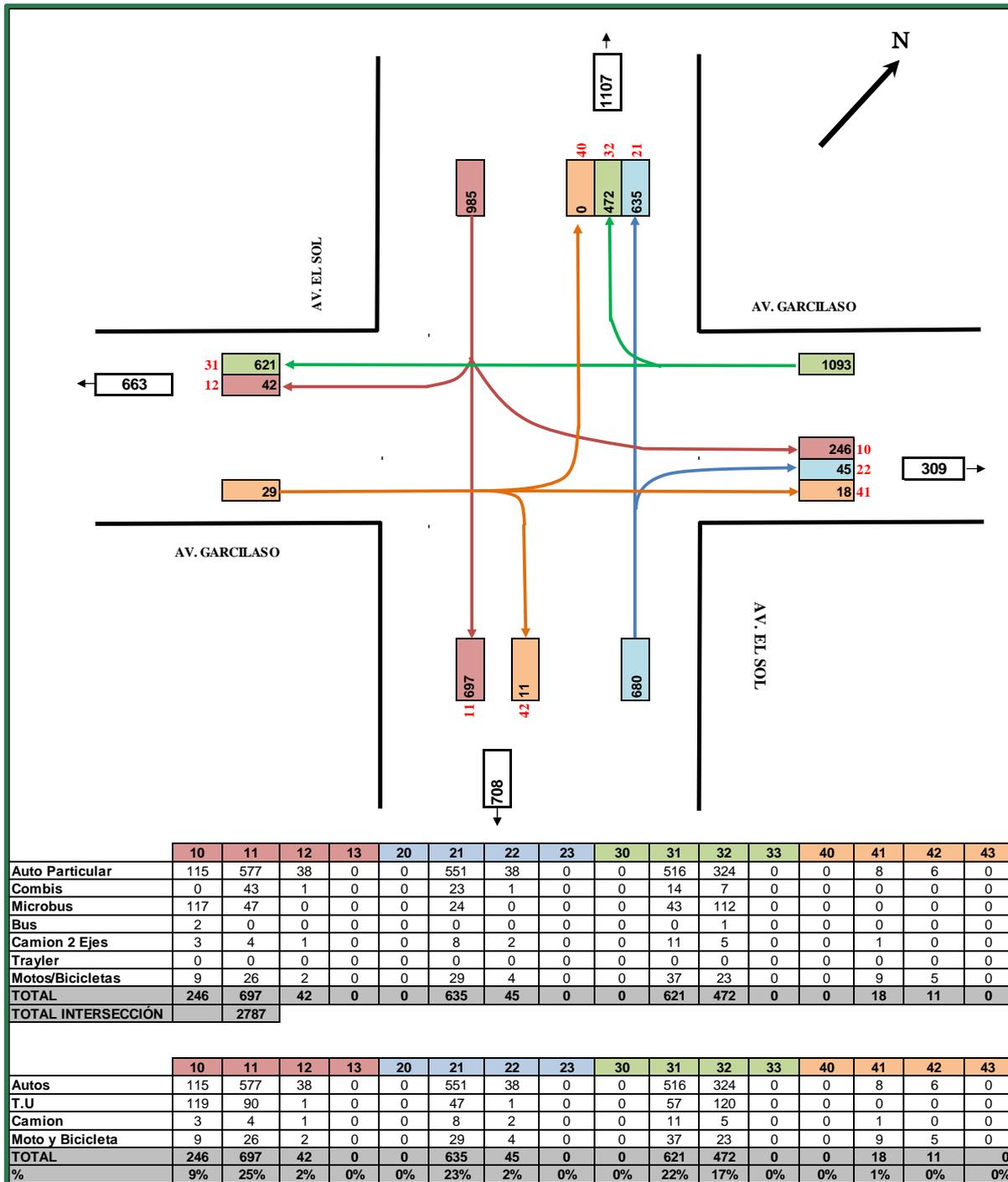
Figura N° 57. Flujograma vehicular de la intersección 4



Fuente: Elaboración propia



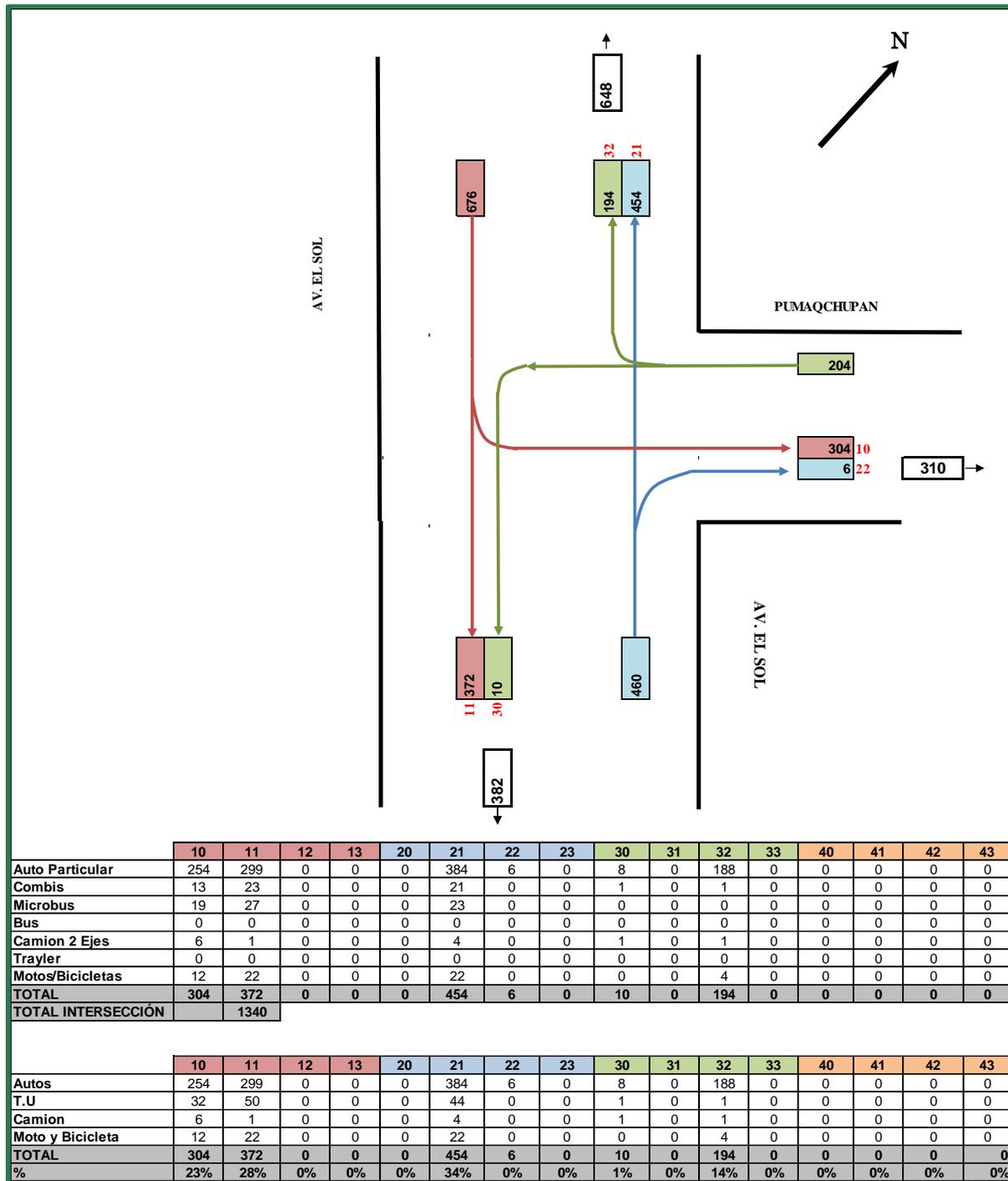
Figura N° 59. Flujograma vehicular de la intersección 6



Fuente: Elaboración propia



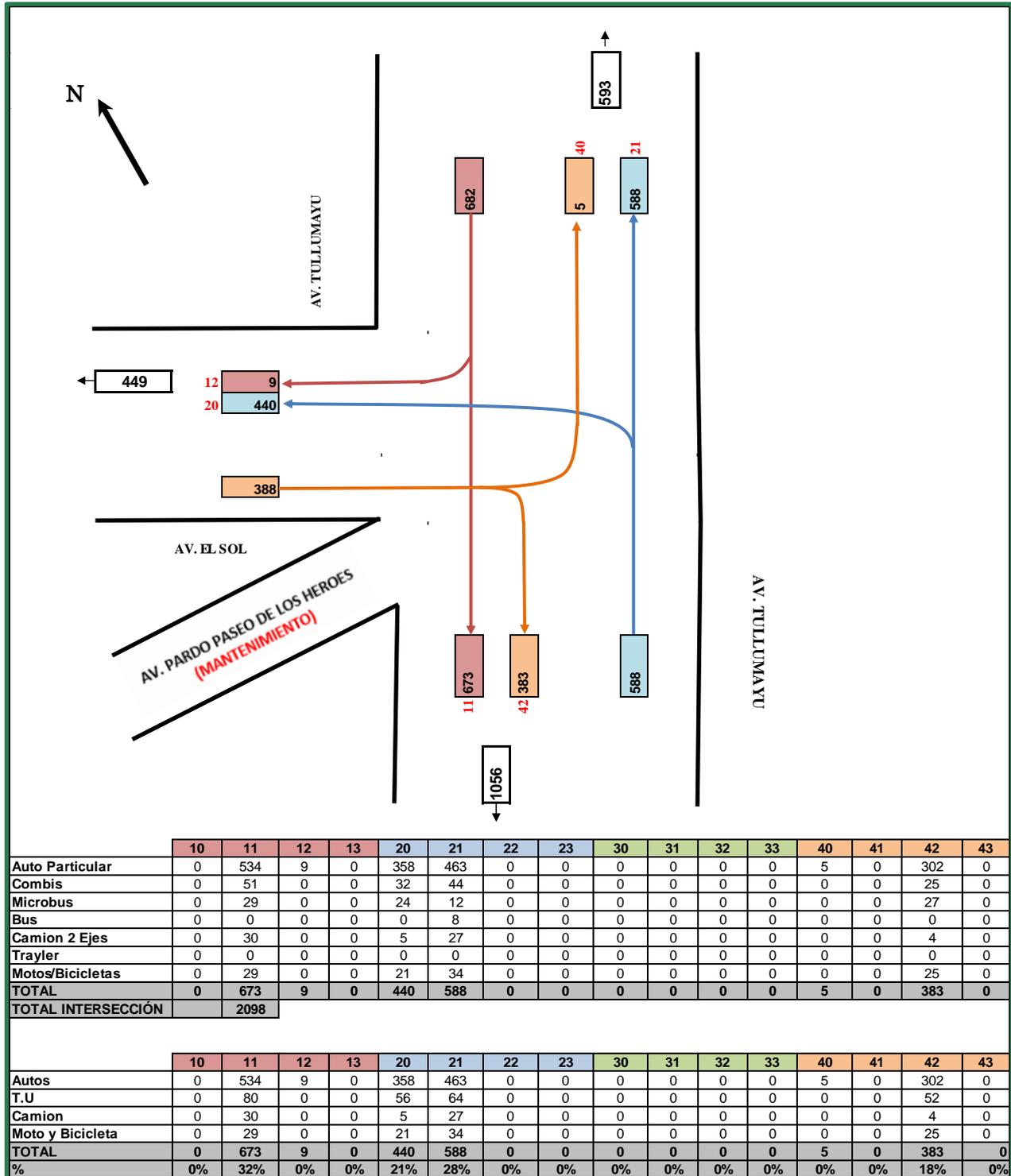
Figura N° 60. Flujograma vehicular de la intersección 7



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 61. Flujoograma Vehicular de la intersección 8



Fuente: Elaboración propia



3.7.4.4. Calibración del modelo

En la presente investigación la calibración es realizada mediante la comparación de la varianza y la desviación estándar de las longitudes de cola que son tomadas en campo y las que son obtenidas del software Synchro Traffic, estos datos se encuentran en el Anexo 4.

3.7.4.5. Validación del modelo

Al tener el modelo debidamente calibrado, se continua con la validación de la misma, consiste en cambiar los datos de la cantidad de vehículos que fueron tomados inicialmente en campo, por los obtenidos ya habiendo comparado en la calibración, los nuevos datos que son utilizados para el modelado en el software se detallan a continuación en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14. Datos de entrada al Synchro Traffic

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023	
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime	
Datos de Entrada	Calibracion	Validacion
Ayacucho (NO -SO)	721	711
Ayacucho (SE - NE)	880	892
Puente Rosario (NO -SO)	933	921
Puente Rosario (SE -NE)	1079	1097
Av. Garcilaso (NO -SO)	985	964
AV. Garcilaso (SE - NE)	680	666
Tullumayu (NO - SO)	388	380
Tullumayu (SE-NE)	588	570
AV. Sol Con Tullumayu	682	686

Fuente: Elaboración propia



3.7.4.6. Estudio de velocidades

La toma de datos referente a la velocidad se realiza considerando el intervalo de tiempo que indica el volumen horario de máxima demanda del día viernes. En otras palabras, se realiza las mediciones considerando el día de mayor afluencia vehicular en la hora pico de 5:15 pm a 6:15 pm. Para el cálculo de las velocidades se considera la aplicación de la ecuación N°1, se toma el tiempo que demora cronológicamente un vehículo en desplazarse de una intersección a otra, dicha expresión es la siguiente:

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

Donde: v es la velocidad constante que es igual a la relación que existe entre la distancia recorrida (d) y el tiempo recorrido (t).

Para la obtención de datos, tiempo de recorrido por vehículo, en primera instancia se debe determinar la cantidad de vehículos que formaran parte de la muestra representativa. Para esto, se considera como el total poblacional a todos los vehículos que circulan por la avenida de estudio en la hora punta (5:15 pm a 6:15 pm) considerando el sentido en el que se desplazan, es decir, como se observa en la Tabla N°11, 2184 vehículos de los cuales 1090 vehículos acceden por el Noroeste y 1094 vehículos acceden por el Sureste. Posteriormente, se procede con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Donde:

“n” es el tamaño de la muestra

“N” es el total de la población

“Z” es el nivel de confianza (1.96 para el 95% de confianza)

“p” es la proporción esperada (0.5)

“E” es el margen de error (0.05)



Entonces:

Para el acceso Sureste se tiene que el tamaño de la muestra es de 285 vehículos calculado con la expresión que se muestra a continuación:

$$n = \frac{1094 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(1094 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 285 \text{ veh\u00edculos}$$

Para el acceso Noroeste se tiene que el tamaño de la muestra es de 284 vehículos calculado con la expresión que se muestra a continuación:

$$n = \frac{1090 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{(1090 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 284 \text{ veh\u00edculos}$$

Del trabajo en campo realizado, se obtienen los valores de velocidad operacional que se utilizan en la actualidad para transitar por todas las intersecciones de la Av. El Sol consideradas en el presente estudio mostradas en el Anexo N°5. En la Tabla N°15 se muestran las velocidades operacionales promedio a la que se desplaza el transporte público y privado considerando el acceso.

Tabla N° 15: Velocidad operacional promedio

	Acceso	
	Sureste	Noroeste
Velocidad Promedio (Km/h)	16.93	19.25

Fuente: Elaboración Propia



La velocidad operacional promedio considerando el acceso Sureste; los vehículos que ingresan por Tullumayu y culminan el recorrido en la Calle Mantas, se desplazan a una velocidad operacional promedio de 16.93 Km/Hr. Por otra parte, considerando el acceso Noroeste, los vehículos que inician su desplazamiento por Calle Mantas y culminan en Tullumayu, se desplazan a una velocidad operacional promedio de 19.25 Km/Hr.

Además, en concordancia con lo que indica la normativa, para la avenida en estudio clasificada como autopista de primera clase; la máxima velocidad permitida es 30 Km/hr. Esta velocidad se puede observar en varias señaléticas verticales que se encuentran a lo largo de la vía.

Figura N° 62: Señal vertical de velocidad



Fuente: Elaboración propia

3.7.4.7. Tiempo semafórico actual

Para la recopilación de los datos actuales correspondientes a los tiempos semafóricos, se registró los datos observados en campo en las Fichas De Observación N°4, el primer registro correspondiente a la intersección Calle Mantas – Av. El Sol se muestra a continuación, mientras que las demás se aprecian adjuntas en el Anexo N°4.



Tabla N° 16. Características semafóricas de la primera intersección - 1

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Av. El Sol- Calle Mantas								
Fase:	N°1								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X			X	
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja					02//40			
	Luz Amarilla					03//03			
	Luz Verde					45//27			

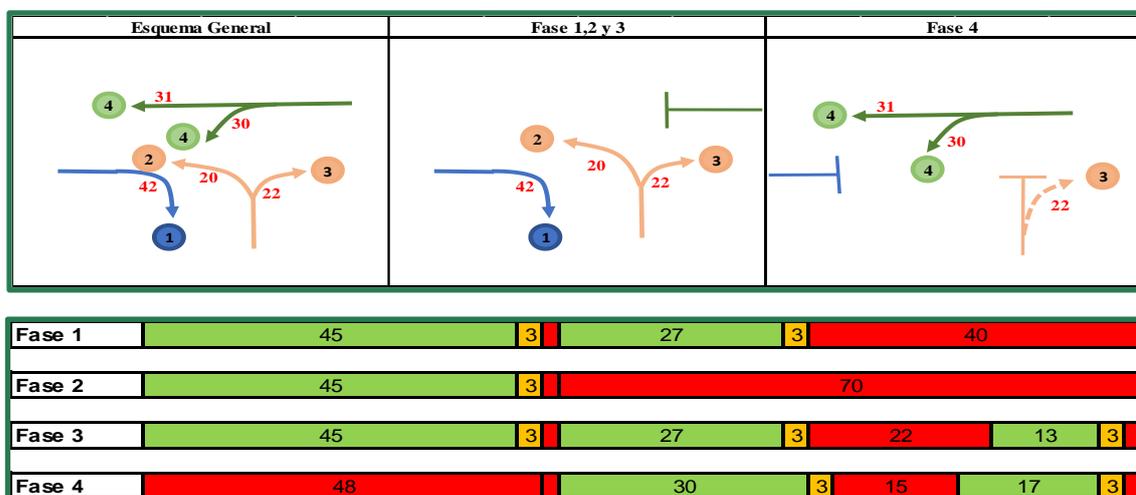
Fuente: Elaboración propia

En estas fichas se considera, además del estado de los semáforos, principalmente los tiempos de la distribución de cada fase semafórica que se expresan de manera gráfica en las siguientes imágenes:

Intersección 1: Av. El Sol – Calle Mantas

De los semáforos que se encuentran trabajando actualmente en esta intersección, se afirma que uno de ellos (el que controla el tránsito que ingresa por el acceso noreste - Plaza de Armas del Cusco) presenta una visibilidad regular en la identificación de los colores que permiten o restringen el paso. Por otra parte, en esta intersección se identifican 4 fases semafóricas de 120 segundos como se observa a continuación:

Figura N° 63. Fase semafórica de la intersección 1



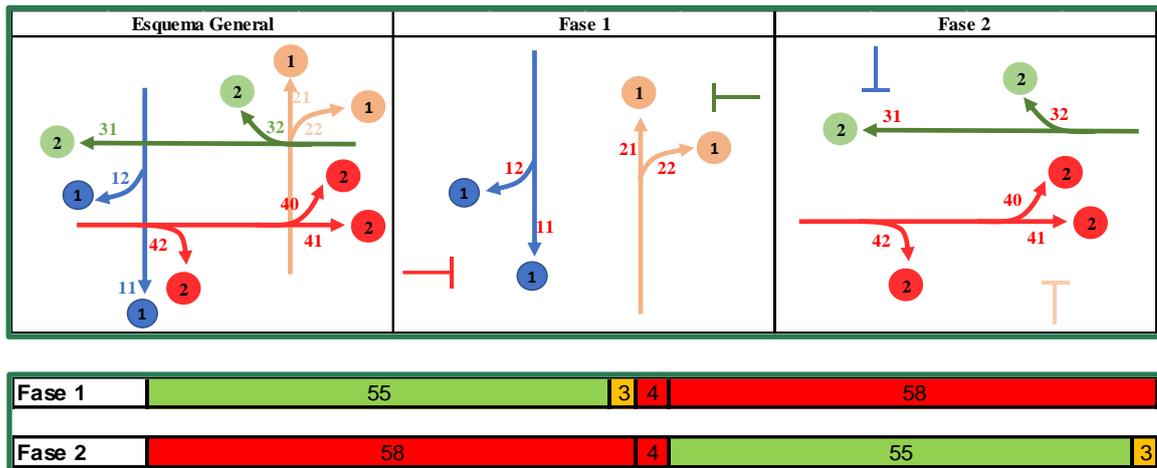
Fuente: Elaboración propia



Intersección 3: Av. El Sol – Ayacucho

Los semáforos que regulan el tránsito en la segunda intersección semaforizada presente en la Av. El Sol proporcionan de manera clara la identificación de los colores. Asimismo, se trabaja con ciclos de 120 segundos con 2 fases semafóricas definidas como se observa a continuación:

Figura N° 64. Fase semafórica de la intersección 3



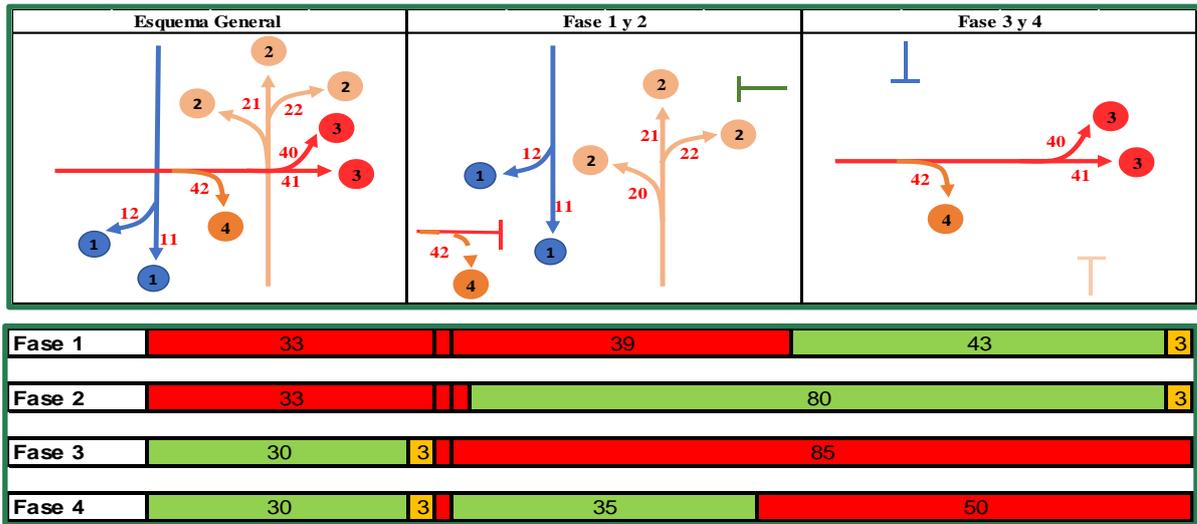
Fuente: Elaboración propia

Intersección 5: Puente Rosario – Av. El Sol - Calle Arrayanniyoc

En la presente intersección, las condiciones de visibilidad en cuanto a la identificación de colores son adecuadas. Por otra parte, se logró identificar 4 fases semafóricas de 120 segundos que controlan los movimientos permitidos en la intersección, de estas fases se afirma que algunas no se encuentran adecuadamente sincronizadas ya que provocan movimientos conflictivos y gráficamente se observa a continuación:



Figura N° 65. Fase semafórica de la intersección 5

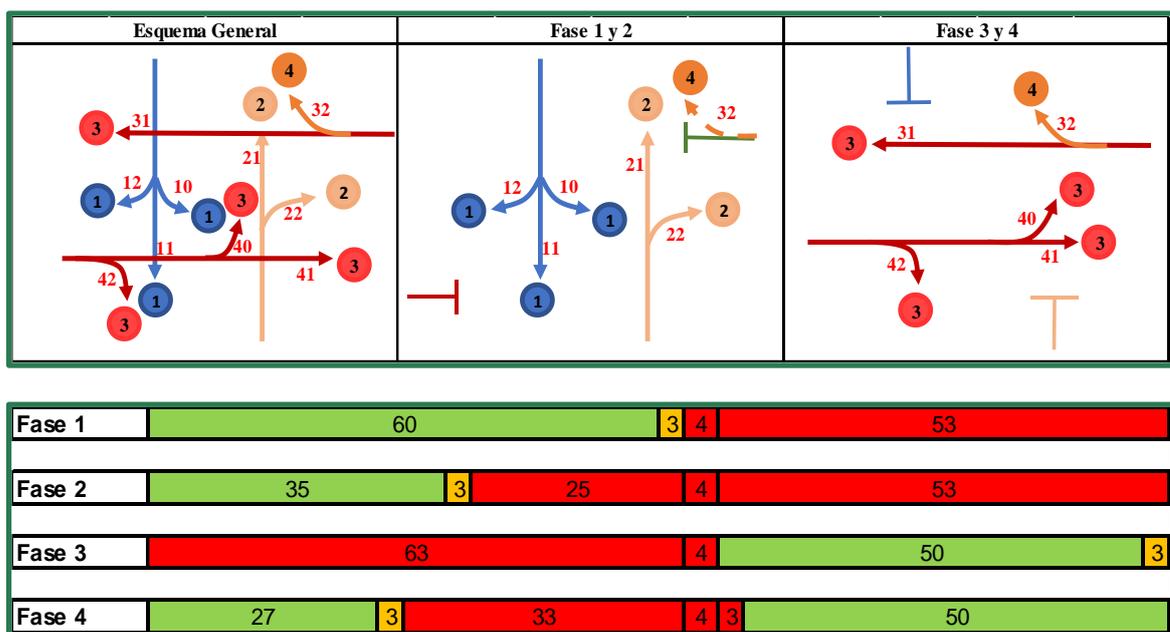


Fuente: Elaboración propia

Intersección 6: Av. El So l- Av. Garcilaso

En la presente intersección, los semáforos se encuentran en buen estado otorgando buena visibilidad de sus cambios a los usuarios. Además, se identifica la presencia de 4 fases semafóricas de 120 segundos. Al igual que en la anterior intersección, se resalta que la sincronización actual es inadecuada y genera movimientos conflictivos. De manera gráfica se tiene:

Figura N° 66. Fase semafórica de la intersección 6



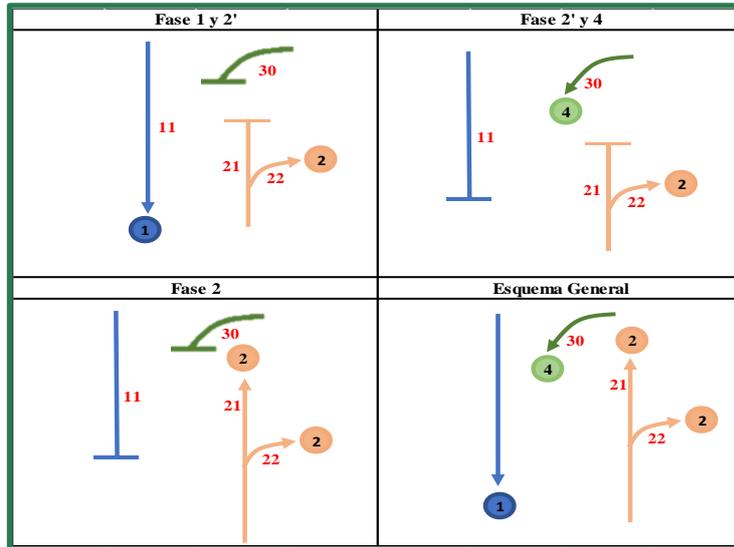
Fuente: Elaboración propia



Intersección 8: Av. El Sol – Tullumayu

En la presente intersección, los semáforos se encuentran en un buen estado otorgando buena visibilidad a los conductores. Además, se identifica la presencia de 3 fases de 95 segundos, se tiene la siguiente grafica.

Figura N° 67. Fases semafóricas de la intersección 8 - I



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 68. Fases semafóricas de la intersección 8 - II

Fase 1	30	20	3	42
Fase 2	58		34	3
Fase 2'	58		34	3
Fase 4	25	3	67	

Fuente: Elaboración propia

3.7.5. Tráfico vehicular crítico

Para obtener el tráfico vehicular crítico o la máxima cantidad de vehículos que podrían circular por cada uno de los accesos de cada una de las intersecciones de la Av. El Sol. Primero, se determina los 15 minutos de mayor afluencia según acceso, posteriormente estos valores se multiplican por 4 para de este modo obtener los máximos volúmenes vehiculares que circulan por los accesos de cada intersección en una hora.



Los volúmenes vehiculares obtenidos, se utilizarán para el modelamiento de la situación crítica, lo que proporcionará la vista del peor escenario posible en la vía en estudio y sus correspondientes intersecciones.

Este cálculo se muestra para las 8 intersecciones desde la tabla N° 17 hasta la tabla N°32.

Intersección 1: Av. El Sol- Calle Mantas

Tabla N° 17. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Mantas

	AFORO EN LA HORA PUNTA				
	SURESTE		NORESTE		SUROESTE
Movimiento	20	22	30	31	42
17:15 - 17:30	102	59	68	89	99
	161		157		99
17:30 - 17:45	111	53	88	88	109
	164		176		109
17:45 - 18:00	113	59	64	84	114
	172		148		114
18:00 - 18:15	116	62	61	69	132
	178		130		132

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18. Cantidad de vehículos por hora – Mantas

	TRÁFICO CRÍTICO				
	SURESTE		NORESTE		SUROESTE
Movimiento	20	22	30	31	42
Veh/h	464	248	352	352	528
Total Veh/h	712		704		528

Fuente: Elaboración Propia



Intersección 2: Av. El Sol- Calle Almagro

Tabla N° 19. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Calle Almagro

	AFORO EN LA HORA PUNTA					
	NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
Movimiento	11	12	20	21	40	42
17:15 - 17:30	145	21	115	168	1	20
	166		283		21	
17:30 - 17:45	165	22	119	152	2	24
	187		271		26	
17:45 - 18:00	161	21	126	174	0	15
	182		300		15	
18:00 - 18:15	177	13	111	174	1	12
	190		285		13	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20. Cantidad de vehículos por hora – Calle Almagro

	TRÁFICO CRÍTICO					
	NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
Movimiento	11	12	20	21	40	42
Veh/h	708	52	504	696	8	96
Total Veh/h	760		1200		104	

Fuente: Elaboración propia



Intersección 3: Av. El Sol- Ayacucho

Tabla N° 21. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Ayacucho

	AFORO EN LA HORA PUNTA								
	NOROESTE		SURESTE		NORESTE		SUROESTE		
Movimiento	11	12	21	22	31	32	40	41	42
17:15 - 17:30	151	15	219	23	59	54	16	79	64
	166		242		113		159		
17:30 - 17:45	166	21	170	18	68	71	12	93	56
	187		188		139		161		
17:45 - 18:00	165	17	232	13	49	65	16	65	42
	182		245		114		123		
18:00 - 18:15	171	13	197	17	45	76	8	88	45
	184		214		121		141		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22. Cantidad de vehículos por hora – Ayacucho

	TRÁFICO CRÍTICO								
	NOROESTE		SURESTE		NORESTE		SUROESTE		
Movimiento	11	12	21	22	31	32	40	41	42
Veh/h	664	84	876	92	272	284	48	372	224
Total Veh/h	748		968		556		644		

Fuente: Elaboración propia

Intersección 4: Av. El Sol – Calle Puluchapata

Tabla N° 23. Los 15 minutos de mayor afluencia vehicular – Calle Puluchapata

	AFORO EN LA HORA PUNTA			
	NOROESTE		SURESTE	
Movimiento	11	12	21	22
17:15 - 17:30	210	0	215	0
	210		215	
17:30 - 17:45	222	0	186	0
	222		186	
17:45 - 18:00	207	0	268	0
	207		268	
18:00 - 18:15	216	0	204	0
	216		204	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 24. Cantidad de vehículos por hora – Calle Puluchapata

	TRÁFICO CRÍTICO			
	NOROESTE		SURESTE	
Movimiento	11	12	21	22
Veh/h	888	0	1072	0
Total Veh/h	888		1072	

Fuente: Elaboración propia

Intersección 5: Puente Rosario - Av. El Sol- Calle Arrayannioq

Tabla N° 25. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Calle Arrayannioq

	AFORO EN LA HORA PUNTA								
	NOROESTE		SURESTE			SUROESTE			
Movimiento	11	12	20	21	22	40	41	42	
17:15 - 17:30	191	41	51	200	11	9	50	89	
	232		262			148			
17:30 - 17:45	216	45	70	176	11	9	56	62	
	261		257			127			
17:45 - 18:00	158	28	53	250	8	16	62	72	
	186		311			150			
18:00 - 18:15	215	39	41	192	16	12	50	65	
	254		249			127			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26. Cantidad de vehículos por hora - Calle Arrayannioq

	TRÁFICO CRÍTICO								
	NOROESTE		SURESTE			SUROESTE			
Movimiento	11	12	20	21	22	40	41	42	
Veh/h	864	180	212	1000	32	64	248	288	
Total Veh/h	1044		1244			600			

Fuente: Elaboración propia



Intersección 6: Av. El Sol- Av. Garcilaso

Tabla N° 27. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Av. Garcilaso

	AFORO EN LA HORA PUNTA								
	NOROESTE			SURESTE		NORESTE		SUROESTE	
Movimiento	10	11	12	21	22	31	32	41	42
17:15 - 17:30	71	184	12	154	13	141	120	5	4
	267			167		261		9	
17:30 - 17:45	60	173	11	131	13	157	112	5	3
	244			144		269		8	
17:45 - 18:00	55	179	10	182	12	149	116	4	3
	244			194		265		7	
18:00 - 18:15	60	161	9	168	7	174	124	4	1
	230			175		298		5	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 28. Cantidad de vehículos por hora – Av. Garcilaso

	TRÁFICO CRÍTICO								
	NOROESTE			SURESTE		NORESTE		SUROESTE	
Movimiento	10	11	12	21	22	31	32	41	42
Veh/h	284	736	48	728	48	696	496	20	16
Total Veh/h	1068			776		1192		36	

Fuente: Elaboración propia

Intersección 7: Av. El Sol- Calle Pachacútec – Pumaqchupan

Tabla N° 29. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Calle Pachacútec – Pumaqchupan

	AFORO EN LA HORA PUNTA					
	NOROESTE		SURESTE		NORESTE	
Movimiento	10	11	21	22	30	32
17:15 - 17:30	60	70	84	0	2	31
	130		84		33	
17:30 - 17:45	85	104	101	3	2	47
	189		104		49	
17:45 - 18:00	89	91	116	1	4	64
	180		117		68	
18:00 - 18:15	70	107	153	2	2	52
	177		155		54	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 30. Cantidad de vehículos por hora – Calle Pachacútec – Pumaqchupan

	TRÁFICO CRÍTICO					
	NOROESTE		SURESTE		NORESTE	
Movimiento	10	11	21	22	30	32
Veh/h	340	416	612	8	16	256
Total Veh/h	756		620		272	

Fuente: Elaboración propia

Intersección 8: Av. El Sol – Tullumayu

Tabla N° 31. Los 15 minutos de mayor flujo vehicular – Tullumayu

	AFORO EN LA HORA PUNTA							
	NOROESTE		SURESTE			SUROESTE		
Movimiento	11	12	20	21	22	40	41	42
17:15 - 17:30	138	3	104	132	0	2	0	81
	141		236			83		
17:30 - 17:45	158	2	96	133	0	1	0	104
	160		229			105		
17:45 - 18:00	188	1	107	155	0	0	0	90
	189		262			90		
18:00 - 18:15	189	3	133	168	0	2	0	108
	192		301			110		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 32. Cantidad de vehículos por hora – Tullumayu

	TRÁFICO CRÍTICO							
	NOROESTE		SURESTE			SUROESTE		
Movimiento	11	12	20	21	22	40	41	42
Veh/h	756	12	532	672	0	8	0	432
Total Veh/h	768		1204			440		

Fuente: Elaboración propia

3.7.6. *Tráfico vehicular futuro*

Para el cálculo del tráfico vehicular futuro se usó la Ecuación N°7 en el cual tenemos valores de tránsito actual (TA), incremento del tránsito (IT). Por otra parte, para poder calcular de tránsito futuro se utilizó la Ecuación N°8, en cuya expresión encontramos indispensable conocer la tasa de crecimiento para los vehículos.



La tasa de crecimiento teniendo en cuenta lo que nos señala la DG 2018, se considera la Tasa de crecimiento anual de la población para vehículos de pasajeros y la tasa de crecimiento anual del PBI Regional para los vehículos de carga.

La tasa de crecimiento a considerar en la Región Cusco se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 33. Tasa de crecimiento vehicular

Tc para vehículos de pasajeros	Tc para vehículos de carga
$T_{vp} = 1.98 \%$	$T_{vc} = 2.3 \%$

Fuente: (Gobierno Regional Cusco, 2022)

Figura N° 69. Crecimiento vehicular



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el tránsito futuro de todos los movimientos permisibles por intersección, se realiza una estimación de 10 años para la modelación con ola verde a futuro y tener así valores referenciales de la cantidad de vehículos que se desplazaran por esta vía y ver el efecto que se tiene al aplicar este sistema.



Trafico futuro de la intersección 1 – Av. El Sol con Calle Mantas

Tabla N° 34. Proyección del tráfico – Mantas

	Trafico Futuro									
	20		22		30		31		42	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	442	539	233	284	283	345	330	402	454	555
Auto Particular	381	464	221	269	255	310	295	359	389	473
C. Rural	17	21	0	0	10	13	9	11	38	48
Microbus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
C. Camion 1E.	7	9	0	0	4	5	2	3	2	3
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	36	44	12	15	14	17	24	29	23	28

Fuente: Elaboración Propia

Trafico futuro de la intersección 2 - Av. El Sol con Calle Almagro

Tabla N° 35. Proyección del tráfico – Calle Almagro

	Trafico Futuro											
	11		12		20		21		40		42	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	648	790	77	95	471	576	668	814	4	5	72	88
Auto Particular	573	697	67	82	377	459	595	724	3	4	67	82
C. Rural	44	55	2	3	13	16	18	23	0	0	1	1
Microbus	0	0	0	0	61	77	1	1	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
C. Camion 1E.	5	6	0	0	4	5	7	9	0	0	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	26	32	8	10	15	18	47	57	1	1	4	5

Fuente: Elaboración propia



Trafico futuro de la intersección 3 – Av. El Sol con Ayacucho

Tabla N° 36. Proyección del tráfico – Ayacucho

	Trafico Futuro																	
	11		12		21		22		31		32		40		41		42	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	648	791	61	74	824	1006	77	93	221	273	266	324	52	63	325	400	207	254
Auto Particular	566	689	59	72	695	846	75	91	120	146	238	290	47	57	200	243	166	202
C. Rural	45	56	0	0	29	36	0	0	3	4	3	4	1	1	4	5	3	4
Microbus	0	0	0	0	56	70	0	0	83	104	1	1	0	0	100	126	32	40
Bus	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camion 1E.	4	5	1	1	8	10	0	0	2	3	1	1	1	1	0	0	2	3
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	31	38	1	1	36	44	2	2	13	16	23	28	3	4	21	26	4	5

Fuente: Elaboración propia

Trafico futuro de la intersección 4 – Av. El Sol con la Calle Puluchapata

Tabla N° 37. Proyección del tráfico – Calle Puluchapata

	Trafico Futuro							
	11		12		21		22	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	855	1045	0	0	873	1065	0	0
Auto Particular	737	897	0	0	734	893	0	0
C. Rural	43	54	0	0	37	46	0	0
Microbus	32	40	0	0	55	69	0	0
Bus	2	3	0	0	1	1	0	0
C. Camion 1E.	6	8	0	0	9	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	35	43	0	0	37	45	0	0

Fuente: Elaboración propia



Trafico futuro de la intersección 5 – Av. El Sol con Puente Rosario

Tabla N° 38. Proyección del tráfico – Puente Rosario

	Trafico Futuro															
	11		12		20		21		22		40		41		42	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	774	945	147	179	221	273	824	1005	52	63	46	56	218	266	288	356
Auto Particular	660	803	126	153	124	151	699	850	47	57	41	50	185	225	117	142
C. Rural	45	56	8	10	2	3	27	34	3	4	1	1	10	13	4	5
Microbus	31	39	0	0	75	94	55	69	0	0	0	0	0	0	148	186
Bus	2	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camion 1E.	6	8	3	4	3	4	9	11	0	0	0	0	1	1	1	1
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	30	36	10	12	17	21	33	40	2	2	4	5	22	27	18	22

Fuente: Elaboración propia

Trafico futuro de la intersección 6 – Av. El Sol con Av. Garcilaso

Tabla N° 39. Proyección del tráfico – Av. Garcilaso

	Trafico Futuro																	
	10		11		12		21		22		31		32		41		42	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	239	296	690	843	35	42	628	766	38	47	621	759	472	579	18	22	11	13
Auto Particular	108	131	570	693	31	38	544	662	31	38	516	628	324	394	8	10	6	7
C. Rural	0	0	43	54	1	1	23	29	1	1	14	18	7	9	0	0	0	0
Microbus	117	147	47	59	0	0	24	30	0	0	43	54	112	141	0	0	0	0
Bus	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C. Camion 1E.	3	4	4	5	1	1	8	10	2	3	11	14	5	6	1	1	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	9	11	26	32	2	2	29	35	4	5	37	45	23	28	9	11	5	6

Fuente: Elaboración propia



Trafico futuro de la intersección 7 - Av. El Sol con Pumaqchupan

Tabla N° 40. Proyección del tráfico - Pumaqchupan

	Trafico Futuro											
	10		11		21		22		30		32	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	304	372	372	455	454	554	6	7	10	12	194	236
Auto Particular	254	309	299	364	384	467	6	7	8	10	188	229
C. Rural	13	16	23	29	21	26	0	0	1	1	1	1
Microbus	19	24	27	34	23	29	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camion 1E.	6	8	1	1	4	5	0	0	1	1	1	1
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	12	15	22	27	22	27	0	0	0	0	4	5

Fuente: Elaboración propia

Trafico futuro de la intersección 8 – Av. El Sol con Tullumayu

Tabla N° 41. Proyección del tráfico - Tullumayu

	Trafico Futuro											
	11		12		20		21		40		42	
	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10	Año Actual	Año 10
Tipo de vehiculo	675	825	11	13	431	527	579	707	2	2	379	463
Auto Particular	536	652	11	13	349	425	454	552	2	2	298	363
C. Rural	51	64	0	0	32	40	44	55	0	0	25	31
Microbus	29	36	0	0	24	30	12	15	0	0	27	34
Bus	0	0	0	0	0	0	8	10	0	0	0	0
C. Camion 1E.	30	38	0	0	5	6	27	34	0	0	4	5
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	29	35	0	0	21	26	34	41	0	0	25	30

Fuente: Elaboración propia



3.8. Procedimiento de análisis de datos

3.8.1. Consideraciones de la vía

- La Av. El Sol cuenta con un IMDA en el acceso noroeste y sureste de 14,326 y 13,287 vehículos respectivamente. Según la clasificación de las carreteras es considerada como una autopista de primera clase.
- En cuanto a la clasificación por su orografía corresponde a un terreno ondulado, teniendo pendientes longitudinales mayores a 3% y pendientes transversales mayores al 11%.
- Según su clasificación de vías en zonas urbanas la Av. El Sol es considerada una vía local, permitiendo como máximo velocidades de 30 Km/hora para el desplazamiento generalmente de vehículos ligeros y de transporte urbano.

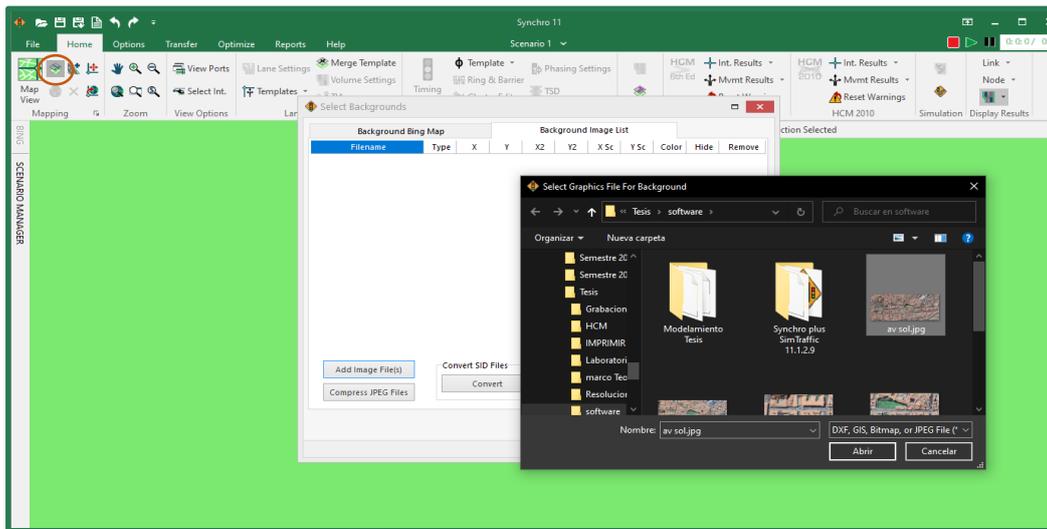
3.8.2. Modelamiento de la situación actual

En el software Synchro traffic se requiere ajustar los parámetros del modelo, lo que quiere decir que se ajusta los tiempos que se tienen en los semáforos, las velocidades de los vehículos, la demanda vehicular, las coordenadas de las intersecciones entre otros, esto se realiza con la finalidad de que el modelo sea lo más real posible.

En “home” (Casa) vamos a “Select Backgrounds” (Seleccionar fondos) y seleccionamos el apartado “Background image list” (Lista de imágenes de fondo), de ahí entramos a “add image file(s)” (Agregar archivo de imagen) y por último seleccionamos la imagen satelital de Google Earth.



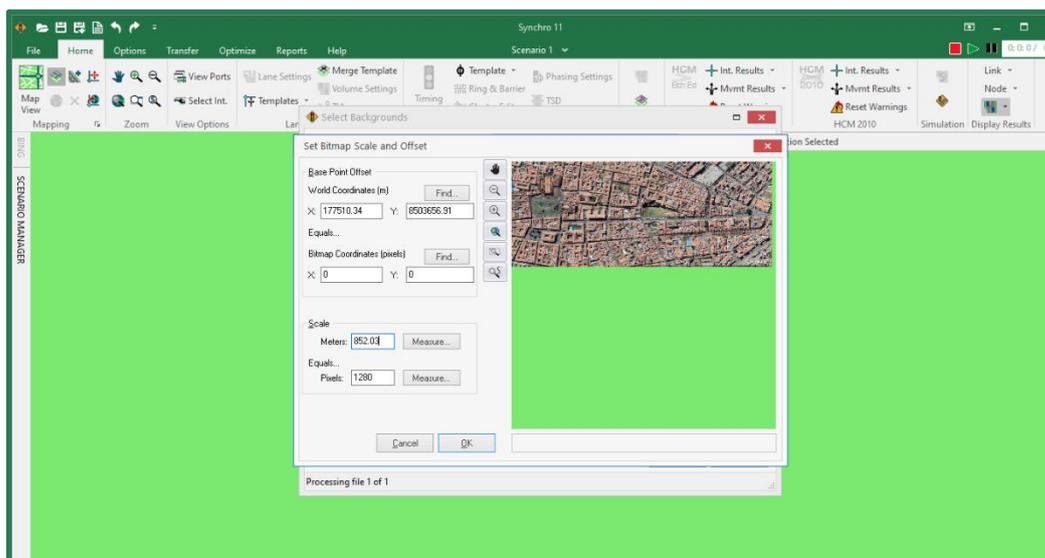
Figura N° 70. Manera de insertar la imagen satelital



Fuente: Software Synchro 11.00

Posteriormente en “World Coordinates” (Coordenadas mundiales), introducimos las coordenadas de la primera intersección, en la parte inferior en “scale” se escribe la distancia horizontal que existe desde la primera intersección que es la calle Mantas hasta Pumaqchupan, estos datos fueron sacados del levantamiento planimétrico.

Figura N° 71. Coordenadas de la primera intersección

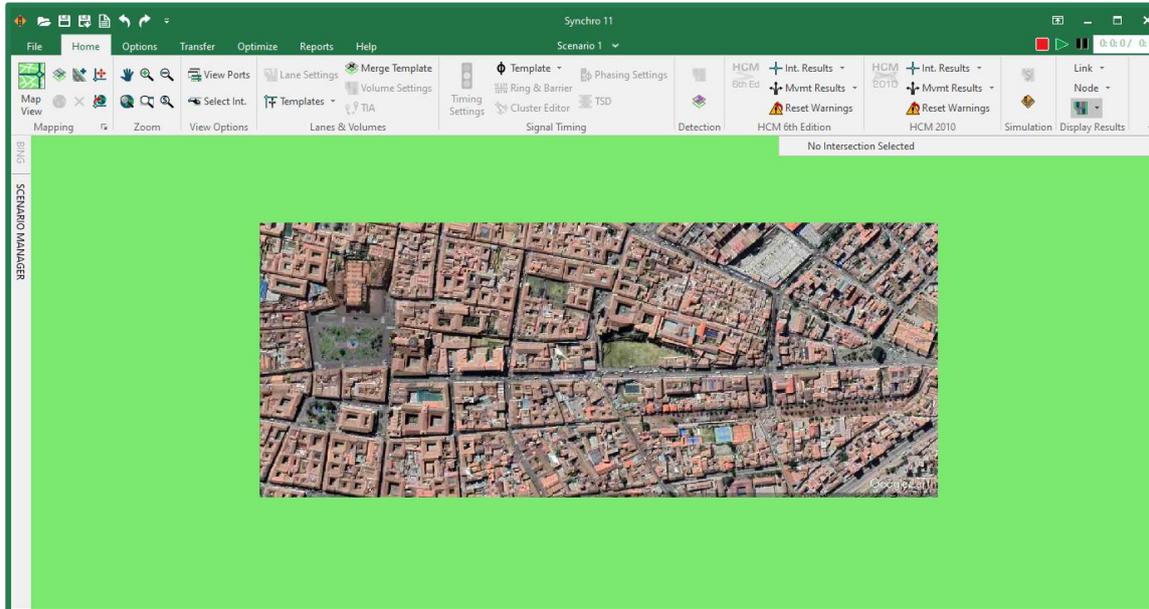


Fuente: Software Synchro 11.00



Finalmente, podemos apreciar la imagen satelital insertada de manera correcta en el software Synchro, este es fundamental para empezar con el trazado de vías.

Figura N° 72. Imagen satelital de la Av. El Sol en el Synchro



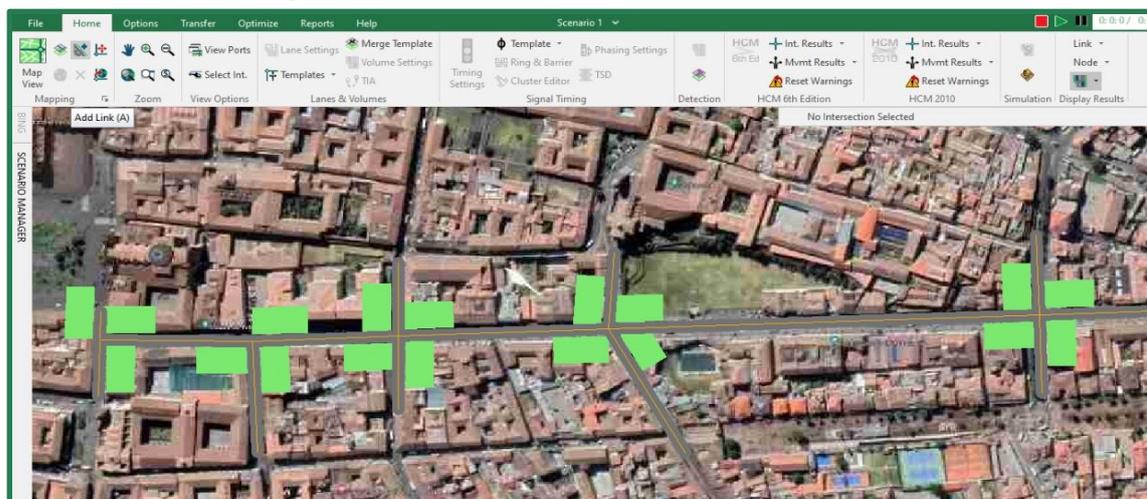
Fuente: Software Synchro 11.00

Pasos Para el modelamiento

Primer paso

Al tener la imagen debidamente escalada se continua con el trazado de la vía, esto se realiza con el comando “*add link*” (añadir enlace).

Figura N° 73. Trazado de vías en el Synchro



Fuente: Software Synchro 11.00



Segundo paso

Como segundo paso trabajamos con el comando “*Lane Settings*”, configurando los carriles de la siguiente forma, empezando por “*Lanes and Sharing*” donde se ingresó los movimientos permitidos que tienen los vehículos y en la cuarta fila “*Street Name*” se colocó el nombre de cada vía.

En “*traffic volumen*” se ingresó el volumen total de todos los vehículos que se tienen en los flujogramas mencionados anteriormente por movimientos permitidos.

El flujo de saturación ideal básico es mencionado en el capítulo 12 del HCM (2016), donde nos menciona un valor de 1900 (veh/hora/carril), dicho dato es tomado como una recomendación que es explicado en el manual del Synchro.

En “*Lane width*” se configura el ancho de los carriles de acuerdo al levantamiento planimétrico, teniendo anchos de carriles de 2.80 m a 4.06 m y en “*Area Type CBD (Central Business District)*” se activa porque la vía en estudio está en el centro de la ciudad.

Para tener una simulación que se asemeje a la realidad de la vía, se tiene que trabajar en el software Synchro Traffic con velocidades operacionales que se obtienen de los trabajos de campo y como se observa en la Tabla N°15, para el sentido sureste se tiene una velocidad promedio de 16.93 km/hr y para el sentido noroeste se cuenta con una velocidad de 19.25 km/h. Sin embargo, el valor mínimo aceptable considerado por el software es de 20 km/hr, valor que supera a algunas de las velocidades operacionales reales de la vía. Para el presente caso para las velocidades que no superen los 20 km/hr se considerará el mínimo aceptado por el programa (20 km/hr) ya que es el más cercano a las condiciones presentes en la Av. El Sol e intersecciones, mientras que los que superen dicho valor se mantendrán en la configuración. A continuación, en las tablas se muestra la configuración que se realizó en cada una de las diferentes intersecciones.



Tabla N° 42. Configuración de lane settings 1

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS	←		↑		→	
		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	4	1	1	1	1	1
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Nombre de la calle	Street Name	Mantas					
Distancia de enlace	Link Distance (m)	200.8	—	51.1	—	—	46.2
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	20	—	20	—	—	20
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	WB	—	NB	—	—	SB
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	36.1	—	9.2	—	—	8.3
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Ancho de carril	Lane Width (m)	2.8	2.8	3.6	3.6	3.6	3.6
Pendiente	Grade (%)	0	—	0	—	—	0
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 43. Configuración de lane settings 2

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS	→		←		↔	
		EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	2	2	1	1	1	1
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	648	77	471	668	4	72
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	648	77	471	668	4	72
Nombre de la calle	Street Name	Almagro					
Distancia de enlace	Link Distance (m)	200.8	—	—	187.9	100.3	—
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	20	—	—	20	20	—
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	EB	—	—	WB	NB	—
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	36.1	—	—	33.8	18.1	—
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Ancho de carril	Lane Width (m)	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0
Pendiente	Grade (%)	0	—	—	0	0	—
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 44. Configuración de lane settings 3

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS																																				
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↑↑			↑↑					↑↑																							
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266																								
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266																								
Nombre de la calle	Street Name													Ayacucho																							
Distancia de enlace	Link Distance (m)		187.9			120.7			75.7			85.7																									
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)		20			20			20			20																									
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed		EB			WB			NB			SB																									
Tiempo de viaje	Travel Time (s)		33.8			21.7			13.6			15.4																									
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900																								
Ancho de carril	Lane Width (m)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1																								
Pendiente	Grade (%)		0			0			0			0																									
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD		<input checked="" type="checkbox"/>																																		

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 45. Configuración de lane settings 4

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS												
		EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↑↑					↑↑					↑
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	855	0	0	873	0	0					0	0
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	855	0	0	873	0	0					0	0
Nombre de la calle	Street Name											Puluchapata	
Distancia de enlace	Link Distance (m)	141.2			125.6	54.0							
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	20			21	20							
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	EB			WB	NB							
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	25.4			21.5	9.7							
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900						
Ancho de carril	Lane Width (m)	2.8	2.8	2.8	2.8	3.2	3.2						
Pendiente	Grade (%)		0			0	0						
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 46. Configuración de lane settings 5

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS	↖ ↗ ↘			↙ ↘ ↗			↖ ↗ ↘			↙ ↘ ↗		
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑↓			↑↓				
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288	0	0	0
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288	0	0	0
Nombre de la calle	Street Name							Pueblo Rosario					
Distancia de enlace	Link Distance (m)	—	146.2	—	—	579.6	—	—	78.6	—	—	63.9	—
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	—	20	—	—	20	—	—	20	—	—	20	—
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	—	26.3	—	—	104.3	—	—	14.1	—	—	11.5	—
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Ancho de carril	Lane Width (m)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Pendiente	Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 47. Configuración de lane settings 6

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS	↖ ↗ ↘			↙ ↘ ↗			↖ ↗ ↘			↙ ↘ ↗		
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↑↓			↑↓			↑↓			↑↓	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462
Nombre de la calle	Street Name							Av. Garcilaso			Av. Garcilaso		
Distancia de enlace	Link Distance (m)	—	579.6	—	—	236.1	—	—	102.1	—	—	128.9	—
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	—	20	—	—	20	—	—	20	—	—	20	—
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	—	104.3	—	—	42.5	—	—	18.4	—	—	23.2	—
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Ancho de carril	Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Pendiente	Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 48. Configuración de lane settings 7

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS	→		←		↖		↗		
		EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR			
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↕↕	↕↕					↕↕	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	304	372	454	6	10	194			
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	304	372	454	6	10	194			
Nombre de la calle	Street Name							Pumaqchupan		
Distancia de enlace	Link Distance (m)	—	220.9	296.7	—	45.2	—			
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	—	20	20	—	20	—			
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SB	—			
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	—	39.8	53.4	—	8.1	—			
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900			
Ancho de carril	Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	4.5	4.5			
Pendiente	Grade (%)	—	0	0	—	0	—			
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD	—	✓	✓	—	✓	—			

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 49. Configuración de lane settings 8

CONFIGURACIÓN DE CARRIL	LANE SETTINGS	→			←			↖			↗		
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SEL	SER	SER2	NEL2	NEL	NER
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↕↕			↕	↕	↕↕					↕↕
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0
Nombre de la calle	Street Name							Tulumayu					
Distancia de enlace	Link Distance (m)	—	281.4	—	—	150.5	—	201.1	—	—	—	100.3	—
Velocidad de enlace	Links Speed (km/h)	—	20	—	—	20	—	20	—	—	—	20	—
Establecer nombre y velocidad de la arteria	Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	SE	—	—	—	NE	—
Tiempo de viaje	Travel Time (s)	—	50.7	—	—	27.1	—	36.2	—	—	—	18.1	—
Flujo Ideal de Saturación	Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Ancho de carril	Lane Width (m)	2.6	2.6	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Pendiente	Grade (%)	—	0	—	—	0	—	0	—	—	—	0	—
Zona Tipo Céntrica	Area Type CBD	—	✓	—	—	✓	—	✓	—	—	—	✓	—

Fuente: Software Synchro 11.00

Tercer paso

En la barra de herramientas encontraremos “Volume Settings”, en esta parte las dos primeras filas son iguales a los datos que ingresamos anteriormente en el comando “Lane Settings”.



En “*Peak Hour Factor*” consideramos un valor de 1 debido a que la variación de volúmenes en la hora pico es relativamente uniforme, si fuera un valor menor nos daría a entender que se presentan grandes variaciones de volúmenes.

En “*Growth Factor*” trabajamos con un valor de 1, esto se debe a que necesitamos hacer el análisis actual del flujo vehicular y en “*Heavy Vehicles*” se puso el porcentaje correspondiente a la cantidad de vehículos pesados presentes por cada movimiento.

En “*Bus Blockages*”, hace referencia al número de combis que se paran para dejar y recoger pasajeros en una hora.

A continuación, en las imágenes se muestra la configuración que se realizó en cada intersección.

Tabla N° 50. Configuración de volume Settings 1

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS	←		↑		↘	
		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)						
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	—	0	0	—
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	0	—	—
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	442	233	0	454	283	330
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	2	0	0	1	2	1
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 51. Configuración de volume settings 2

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS	→		←		↖		↗	
		EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR		
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕		↕		↕		↕	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	648	77	471	668	4	72		
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0		
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	648	77	471	668	4	72		
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	648	77	471	668	4	72		
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0		
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0		
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	648	77	471	668	4	72		
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	1	0	1	1	0	0		
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0		

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 52. Configuración de volume settings 3

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS	→			←			↖			↗		
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	0	1	2	0	1	0	2	0	1	0	1	1
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	83	0

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 53. Configuración de volume settings 4

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS	→	↖	↙	←	↗	↘
		EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↑↑			↑↑		↗
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	855	0	0	873	0	0
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	855	0	0	873	0	0
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	855	0	0	873	0	0
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	855	0	0	873	0	0
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	1	0	0	1	0	0
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	32	0	0	55	0	0

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 54. Configuración de volume settings 5

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS	↖	→	↘	↙	←	↗	↖	↗	↘	↙	↘	↙
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↑↑			↕				
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288	0	0	0
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288	0	0	0
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288	0	0	0
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288	0	0	0
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	0	1	2	2	2	0	0	1	1	0	0	0
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	55	0	0	0	100	0	0	0

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 55. Configuración de volume settings 6

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS																																				
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			↕↕		
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	—	0	0	—	0	0	—	0	—	0	0	—	0	—	0	0	—	0	—	0	
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—		
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	2	1	3	0	2	5	0	5	0	0	2	1	2	1	3	0	2	5	0	5	0	0	2	1	2	1	3	0	2	5	0	5	0	0	2	1
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	100	47	0	0	0	0	0	0	0	0	43	100	100	47	0	0	0	0	0	0	0	43	100	100	47	0	0	0	0	0	0	43	100			

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 56. Configuración de volume settings 7

CONFIGURACIÓN DE VOLÚMEN	VOLUME SETTINGS												
		EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕↕		↕↕		↕↕		↕↕		↕↕		↕↕	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	304	372	454	6	10	194	304	372	454	6	10	194
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	304	372	454	6	10	194	304	372	454	6	10	194
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	304	372	454	6	10	194	304	372	454	6	10	194
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0	0
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0	—	—	—	0	—	0
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	304	372	454	6	10	194	304	372	454	6	10	194
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 57. Configuración de volume settings 8

CONFIGURACIÓN DE VOLUMEN	VOLUME SETTINGS	MOVIMIENTOS												
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SEL	SER	SER2	NEL2	NEL	NER	
∞ Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↕↕				↕	↕	↕↕					↕↕
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0	0
Volumen de desarrollo	Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volumen Combinado	Combined Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0	0
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0	0
Peatones en conflicto	Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicicletas en conflicto	Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	0	0	—	—	0	0
Factor de Hora Pico	Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Crecimiento	Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo ajustado	Adjusted Flow (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0	0
Vehículos Pesados	Heavy Vehicles (%)	0	1	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	0
Bloqueos de autobuses	Bus Blockages (#/hr)	0	27	0	0	24	12	29	0	0	0	0	0	0

Fuente: Software Synchro 11.00

Cuarto paso

Finalmente, en la barra de herramientas encontraremos “*Timing Settings*”, en esta parte empezamos a establecer los niveles de protección para el giro a la derecha y a la izquierda, los tipos de protección especificamos en “*Turn Type*”.

En “*Protected Phases*” son las fases protegidas y en “*Permitted Phases*” son las fases permitidas por cada movimiento, la numeración actual con la que trabaja el programa es la estándar Nema.

El “*Total Split*” es el tiempo total en segundos el cual incluye los tiempos de verde, amarillo y todo rojo en cada fase, el “*Yellow Time*” va de 3 a 5 segundos en nuestro caso fue un tiempo de 3 segundos.

El “*All – Red Time*”, es el todo rojo, quiere decir que hay un tiempo donde todos los semáforos están en rojo.

A continuación, en las imágenes se muestra la configuración que se realizó en cada intersección.

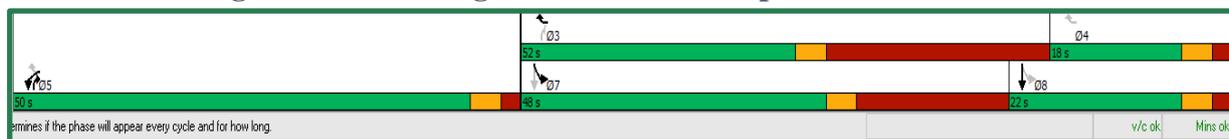


Tabla N° 58. Configuración de timing settings 1

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	TIMING SETTINGS	←		↑		↘	
		WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↖	↗		↖		↗
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	442	233	0	454	283	330
Tipo de Giro	Turn Type	Prot	custom	—	pm+ov	pm+pt	—
Fases Protegidas	Protected Phases	5	3	—	5	7	8
Fases Permidas	Permitted Phases		5 4	—	3	8	7
Amarillo Intermitente Permit.	Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Fase del detector	Detector Phases	5	3	—	5	7	8
Cambio de Fase	Switch Phase	0	0	—	0	0	0
Detector principal	Leading Detector (m)	2.0	2.0	—	2.0	—	10.0
Detector de Seguimiento	Trailing Detector (m)	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0
Mínima Inicial	Minimum Initial (s)	5.0	5.0	—	5.0	5.0	5.0
Partición Inicial	Minimum Split (s)	23.0	30.0	—	23.0	36.0	10.5
División Total	Total Split (s)	50.0	52.0	—	50.0	48.0	22.0
Tiempo de Amarillo	Yellow Time (s)	3.0	3.0	—	3.0	3.0	3.0
Tiempo de Todo Rojo	All-Red Time (s)	2.0	22.0	—	2.0	15.0	2.0

Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 74. Configuración nema de la primera intersección



Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 59. Configuración de timing settings 2

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	HCM 2000 SIGNING SETTINGS	→		←		↘	
		EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕	↕		↕		↕
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	648	77	471	668	4	72
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	648	77	471	668	4	72
	Sign Control	Stop	—	—	Stop	Stop	—

Fuente: Software Synchro 11.00

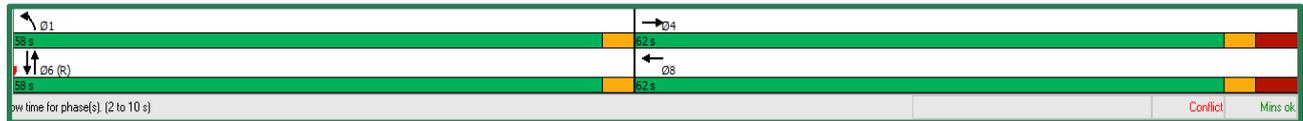


Tabla N° 60. Configuración de timing settings 3

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	TIMING SETTINGS	←			→			←			→		
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↑↑			↑↑			↑	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	0	648	61	0	824	77	52	325	207	0	221	266
Tipo de Giro	Turn Type	—	—	—	—	—	—	Prot	—	—	—	—	—
Fases Protegidas	Protected Phases	—	4	—	—	8	—	1	6	—	—	6	—
Fases Permitidas	Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amarillo Intermitente Permit.	Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fase del detector	Detector Phases	—	4	—	—	8	—	1	6	—	—	6	—
Cambio de Fase	Switch Phase	—	0	—	—	0	—	0	0	—	—	0	—
Detector principal	Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—
Detector de Seguimiento	Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
Mínima Inicial	Minimum Initial (s)	—	5.0	—	—	5.0	—	5.0	5.0	—	—	5.0	—
Partición Inicial	Minimum Split (s)	—	25.5	—	—	25.5	—	9.5	25.5	—	—	25.5	—
División Total	Total Split (s)	—	62.0	—	—	62.0	—	58.0	58.0	—	—	58.0	—
Tiempo de Amarillo	Yellow Time (s)	—	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	3.0	—
Tiempo de Todo Rojo	All-Red Time (s)	—	4.0	—	—	4.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—

Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 75. Configuración nema de la tercera intersección



Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 61. Configuración de timing settings 4

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	HCM 2000 SIGNING SETTINGS	←		→		←		→	
		EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR		
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↑↑			↑↑				↑
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	855	0	0	873	0	0		
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	855	0	0	873	0	0		
	Sign Control	Stop	—	—	Stop	Stop	—		

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 62. Configuración de timing settings 5

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	TIMING SETTINGS	EBL			WBL			NBL				
		EBT	EBR	EBL	WBT	WBR	WBL	NBT	NBR	NBL		
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕				
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288		
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	0	774	147	221	824	52	46	218	288		
Tipo de Giro	Turn Type	—			Prot	—		Perm				
Fases Protegidas	Protected Phases	—			4	—		2				
Fases Permidas	Permitted Phases	—			—			2				
Amarillo Intermitente Permit.	Permitted Flashing Yellow	—			—			—				
Fase del detector	Detector Phases	—			4	—		3	8	—	2	2
Cambio de Fase	Switch Phase	—			0	—		0	0	—		
Detector principal	Leading Detector (m)	—			10.0	—		—			10.0	
Detector de Seguimiento	Trailing Detector (m)	—			0.0	—		—			0.0	
Minima Inicial	Minimum Initial (s)	—			5.0	—		5.0	5.0	—		
Partición Inicial	Minimum Split (s)	—			25.0	—		10.5	25.0	—		
División Total	Total Split (s)	—			46.0	—		37.0	83.0	—		
Tiempo de Amarillo	Yellow Time (s)	—			3.0	—		3.0	3.0	—		
Tiempo de Todo Rojo	All-Red Time (s)	—			0.0	—		0.0	0.0	—		

Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 76. Configuración nema de la quinta intersección



Fuente: Software Synchro 11.00

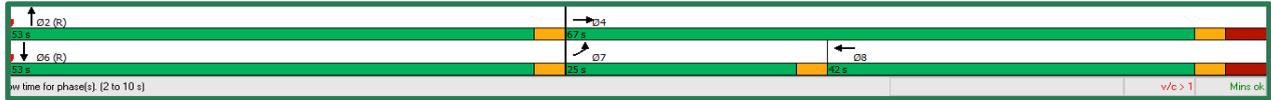
Tabla N° 63. Configuración de timing settings 6

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	TIMING SETTINGS	EBL			WBL			NBL			SBL					
		EBT	EBR	EBL	WBT	WBR	WBL	NBT	NBR	NBL	SBT	SBR				
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕			↕↕					
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462			
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	239	690	35	0	628	38	0	18	11	0	621	462			
Tipo de Giro	Turn Type	Prot			—			—			—					
Fases Protegidas	Protected Phases	7			4	—		8		—		2		6		
Fases Permidas	Permitted Phases	—			—			—			—					
Amarillo Intermitente Permit.	Permitted Flashing Yellow	—			—			—			—					
Fase del detector	Detector Phases	7			4	—		8		—		2		6		
Cambio de Fase	Switch Phase	0			0	—		0		—		0		0		
Detector principal	Leading Detector (m)	—			10.0	—		—			10.0	—				
Detector de Seguimiento	Trailing Detector (m)	—			0.0	—		—			0.0	—				
Minima Inicial	Minimum Initial (s)	5.0			5.0	—		5.0		—		5.0		—		
Partición Inicial	Minimum Split (s)	9.5			25.0	—		25.0		—		22.5		—		
División Total	Total Split (s)	25.0			67.0	—		42.0			—		53.0		—	
Tiempo de Amarillo	Yellow Time (s)	3.0			3.0	—		3.0		—		3.0		—		
Tiempo de Todo Rojo	All-Red Time (s)	0.0			4.0	—		4.0			—		0.0		—	

Fuente: Software Synchro 11.00



Figura N° 77. Configuración nema de la sexta intersección



Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 64. Configuración de timing settings 7

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	HCM 2000 SIGNING SETTINGS	EBL		WBT		SBL	
		EBT	EBT	WBR	WBR	SBR	SBR
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↕↕	↕↕		↕↕	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	304	372	454	6	10	194
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	304	372	454	6	10	194
	Sign Control	—	Stop	Stop	—	Stop	—

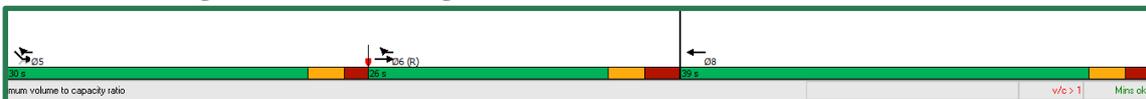
Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 65. Configuración de timing settings 8

CONFIGURACIÓN DE TIEMPO	TIMING SETTINGS	EBL			WBL			SEL			NEL2			NEL			NER		
		EBT	EBR	EBR	WBT	WBT	WBR	SER	SER	SER2	NEL2	NEL	NEL	NER	NER	NER	NER	NER	
Carriles y uso compartido	Lanes and Sharing (#RL)		↕↕		↕	↕	↕	↕↕	↕↕									↕↕	
Volumen de Tráfico	Traffic Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Volumen Futuro	Future Volume (vph)	2	379	0	0	431	579	675	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tipo de Giro	Turn Type	Perm	—	—	—	—	custom	Prot	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Perm	
Fases Protegidas	Protected Phases	6	—	—	8	5	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Fases Permitidas	Permitted Phases	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	
Amarillo Intermitente Permit.	Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Fase del detector	Detector Phases	6	6	—	8	5	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	
Cambio de Fase	Switch Phase	0	0	—	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	
Detector principal	Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	2.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	
Detector de Seguimiento	Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	
Mínima Inicial	Minimum Initial (s)	5.0	5.0	—	—	5.0	—	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	
Partición Inicial	Minimum Split (s)	24.0	24.0	—	—	23.0	—	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.0	
División Total	Total Split (s)	26.0	26.0	—	—	39.0	56.0	30.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26.0	
Tiempo de Amarillo	Yellow Time (s)	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	
Tiempo de Todo Rojo	All-Red Time (s)	3.0	3.0	—	—	2.0	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 78. Configuración nema de la octava intersección



Fuente: Software Synchro 11.00



Quinto Paso

Los resultados obtenidos con todas las modificaciones que fueron explicados anteriormente se muestran en la sección de “Node Settings”, se observa a continuación los valores de “Actuated Cycle” (ciclo accionado), “Max v/c Ratio” (relación v/c máximo), “Intersección Delay” (demora en la intersección) y finalmente “Intersection LOS” (nivel de servicio en intersección).

Tabla N° 66. Resultados de la intersección 1 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3443.9
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	120.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	120.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	90.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	0.81
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	21.3
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	C
Capacidad de Utilización de la Intersección	ICU:	0.76
Nivel de Servicio según la ICU	ICU LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 67. Resultados de la intersección 2 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Nudo	Node #	2
Zona	Zone:	
Este	X East (m):	-2576.8
Norte	Y North (m):	-238.4
Elevación	Z Elevation (m):	3437.9
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Unsig
Relacion v/c Maxima	Max v/c Ratio:	1.16
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	50.9
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	F
Capacidad de Utilizacion de la Intersección	ICU:	0.74
Nivel de Servicio Según la ICU	ICU LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 68. Resultados de la intersección 3 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3434.9
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	120.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	120.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	55.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	1.00
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	32.5
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	C
Capacidad de Utilización de la Intersección	ICU:	0.91
Nivel de Servicio según la ICU	ICU LOS:	E

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 69. Resultados de la intersección 4 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Nudo	Node #	4
Zona	Zone:	
Este	X East (m):	-2247.7
Norte	Y North (m):	-238.6
Elevación	Z Elevation (m):	3431.0
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Unsig
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	0.66
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	16.9
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	C
Capacidad de Utilización de la Intersección	ICU:	0.30
Nivel de Servicio Según la ICU	ICU LOS:	A

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 70. Resultados de la intersección 5 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3428.0
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	120.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	120.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	65.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	1.52
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	163.0
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	F

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 71. Resultados de la intersección 6 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3416.2
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	120.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	120.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	60.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	2.40
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	257.3
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	F

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 72. Resultados de la intersección 7 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Nudo	Node #	7
Zona	Zone:	Cusco
Este	X East (m):	-1322.2
Norte	Y North (m):	-266.1
Elevación	Z Elevation (m):	3411.6
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Unsig
Relacion v/c Maxima	Max v/c Ratio:	0.73
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	15.3
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	C

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 73. Resultados de la intersección 8 en la situación actual

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3406.1
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	95.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	95.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	110.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	1.15
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	66.2
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	E

Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 79. Niveles de servicio de las tres primeras intersecciones en la situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 80. Relación de v/c de las tres primeras intersecciones por movimientos permitidos en la situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 81. Niveles de servicio de la cuarta a la sexta intersección en la situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 82. Relación de v/c de la cuarta a la sexta intersección por movimientos permitidos en la situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 83. Niveles de servicio de la séptima y octava intersección en la situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 84. Relación de v/c de la séptima y octava por movimientos permitidos en la situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Resumen de los resultados de la modelación en la situación actual

Tabla N° 74. Resumen de la situación actual

SITUACIÓN ACTUAL				
N° de Intersecciones	Tiempo semaforico	Volumen / Capacidad	Tiempo de demora	Nivel de servicio
Intersección n°1	120	0.81	21.3	C
Intersección n°2	-	1.16	50.9	F
Intersección n°3	120	1.00	32.5	C
Intersección n°4	-	0.66	16.9	C
Intersección n°5	120	1.52	163.0	F
Intersección n°6	120	2.40	257.3	F
Intersección n°7	-	0.73	15.3	C
Intersección n°8	95	1.15	66.2	E

Fuente: Elaboración propia

3.8.3. Modelamiento de la situación crítica

Para este modelamiento se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para los volúmenes vehiculares se trabaja con los 15 minutos más críticos de cada intersección multiplicado por 4 para completar la hora de máxima demanda. Estos datos se pueden observar en la Tabla N°18, Tabla N°20, Tabla N°22, Tabla N°24, Tabla N°26, Tabla N°28, Tabla N°30 y Tabla N°32 correspondiente a las diferentes intersecciones y movimientos permitidos en cada una respectivamente. De este modo, la simulación otorga resultados para el peor escenario posible actual.
- Al igual que en la simulación para la situación actual, en caso de las velocidades operacionales, si éstas se encuentran por debajo de 20 km/hr (mínima velocidad aceptado por el software) se considera este mismo valor. Caso que las velocidades superen los 20km/hr, se considerarán con su valor real para el modelado.
- Respecto a las fases semafóricas, se consideran todas las características actuales, con ciclos semafóricos de 120 segundos en todas las intersecciones semaforizadas presentes en la Av. El Sol.

Figura N° 85. Niveles de servicio de las tres primeras intersecciones en la situación crítica



Fuente: Software Synchro 11.00



Figura N° 86. Niveles de servicio de la cuarta a la sexta intersección en la situación crítica



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 87. Nivel de servicio de la séptima y octava intersección en la situación crítica



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 88. Relación v/c de las tres primeras intersecciones por movimientos permitidos en la situación crítica



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 89. Relación v/c de la cuarta a la sexta intersección en la situación crítica



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 90. Relación v/c de la séptima y la octava intersección en la situación crítica



Fuente: Software Synchro 11.00



Resumen de los resultados de la modelación en la situación Crítica

Tabla N° 75. Resumen de la situación crítica

SITUACIÓN CRÍTICA				
N° de Intersecciones	Tiempo semaforico	Volumen / Capacidad	Tiempo de demora	Nivel de servicio
Intersección n°1	120	0.85	23.7	C
Intersección n°2	-	1.27	69.2	F
Intersección n°3	120	1.14	42.7	D
Intersección n°4	-	0.83	25.2	D
Intersección n°5	120	1.72	215.8	F
Intersección n°6	120	2.66	328.0	F
Intersección n°7	-	0.89	24.7	C
Intersección n°8	95	1.37	113.2	F

Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Modelamiento con ola verde

Con la finalidad de evaluar el efecto que tiene la aplicación del sistema ola verde en los tiempos semaforicos, relación de volumen sobre capacidad (v/c) y los niveles de servicio de la situación actual, se realizó la simulación en el software Synchro Traffic tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se realiza la adición de semaforización en dos intersecciones (Av. El Sol – Almagro y Av. El Sol – Pumaqchupan) para tener un mejor control en el desplazamiento vehicular en cada uno de los movimientos permitidos.
- Se realiza el recalcu de los tiempos semaforicos que nos permitan un verde sucesivo y además teniendo en consideración que la intersección más crítica es la Intersección N°6 (Av. El Sol – Av. Garcilaso).
- Para los aforos vehiculares se considera la restricción de ingreso de algunos tipos de vehículos, entre ellos tenemos: Los vehículos de carga y vehículos rurales que ingresan para movilizar a los turistas que al estacionarse generan tráfico vehicular, los vehículos pesados que tienen prohibido el ingreso por normativa así como también, se restringe el ingreso de buses incluyendo a los de servicio turístico, puesto que por su tamaño tienen movilidad limitada en las intersecciones y en la

vía en general por la geometría de la misma y generan desorden, paradas frecuentes y perjudican la continuidad del flujo vehicular.

- En relación a la velocidad a considerar, se toma los 30 km/hr que es la máxima velocidad admisible en la vía de estudio por encontrarse en el centro histórico.

Figura N° 91. Niveles de servicio de las tres primeras intersecciones con efecto de ola Verde



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 92. Niveles de Servicio de la cuarta a la sexta intersección con efecto de la ola verde



Fuente: Software Synchro 11.00



Figura N° 93. Nivel de servicio de la séptima y octava intersección con efecto de la ola verde



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 94. Relación v/c de las tres primeras intersecciones por movimientos permitidos con efecto de la ola verde



Fuente: Software Synchro 11.00



Figura N° 95. Relación de v/c de la cuarta a la sexta intersección por movimientos permitidos con efecto de la ola verde



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 96. Relación v/c de la séptima y octava intersección por movimientos permitidos con efecto de la ola verde



Fuente: Software Synchro 11.00

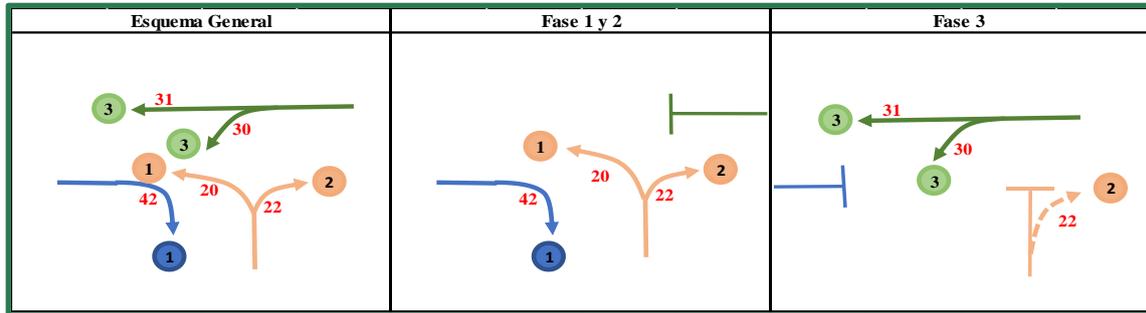
Configuración de los tiempos semafóricos

Al aplicar el sistema ola verde, teniendo en cuenta a la intersección N°6 como la más crítica. Se recalcularon los tiempos semafóricos, como resultado se tiene una nueva configuración en cada intersección con ciclos de 90 segundos tal como se muestran en las siguientes figuras con los movimientos permitidos por fase.



Intersección 1: Av. El Sol – Mantas – ola verde

Figura N° 97. Fase semafórica 1 con efecto de la ola verde

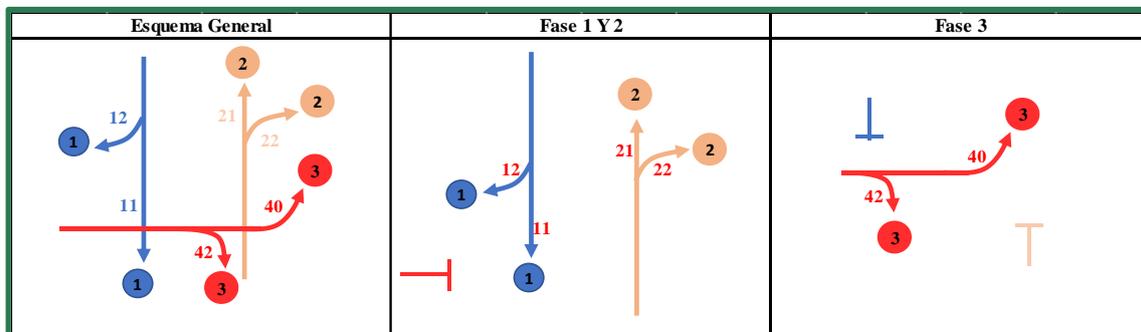


Fase 1	38	3	49
Fase 2	41		46
Fase 3	41		46

Fuente: Elaboración propia

Intersección 2: Av. El Sol – Almagro - ola verde

Figura N° 98. Fase semafórica 2 con efecto de la ola verde



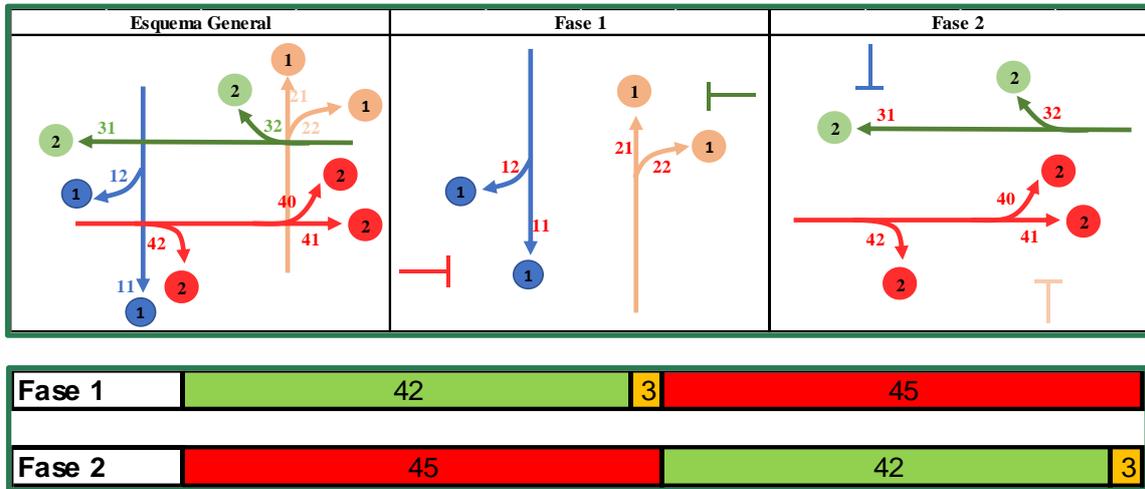
Fase 1	29	3	58
Fase 2	56	3	31
Fase 3	59		28

Fuente: Elaboración propia



Intersección 3: Av. El Sol – Ayacucho - ola verde

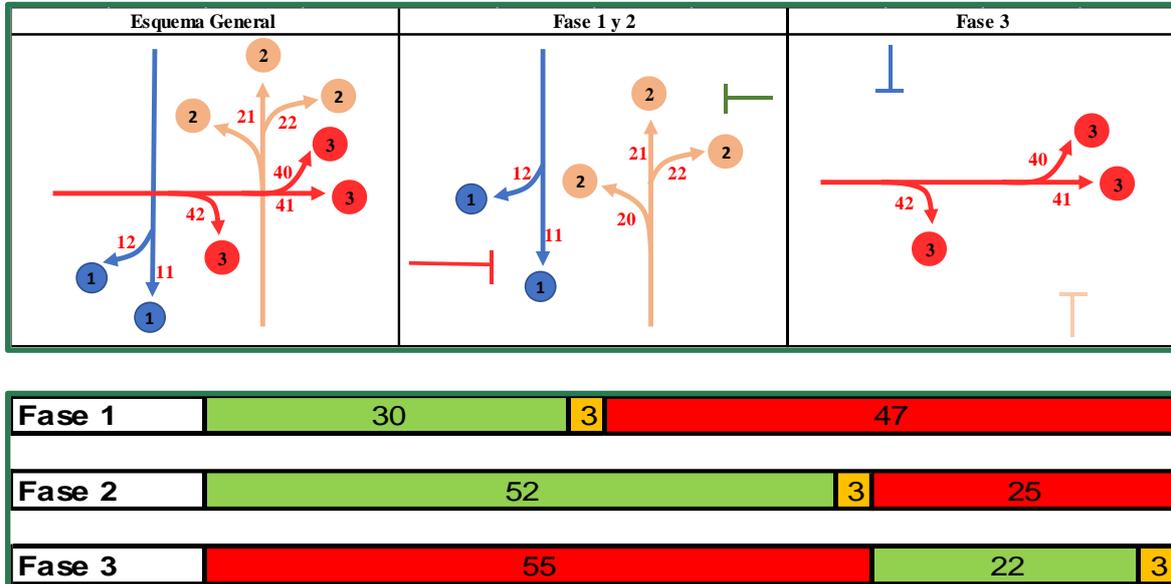
Figura N° 99. Fase semafórica 3 con efecto de la ola verde



Fuente: Elaboración propia

Intersección 5: Av. El Sol – Puente Rosario - ola verde

Figura N° 100. Fase Semafórica 5 con efecto de la ola verde

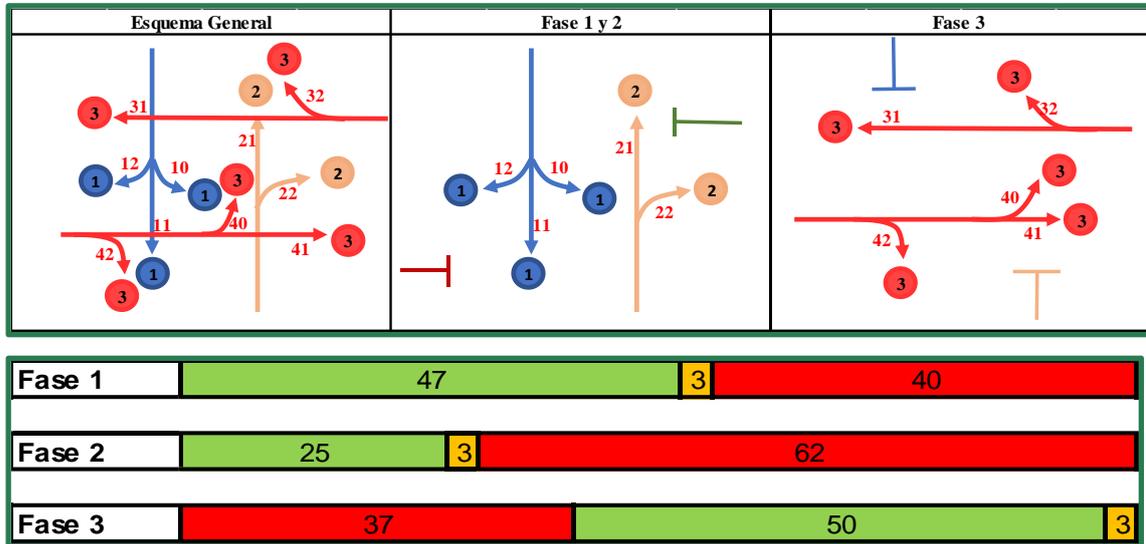


Fuente: Elaboración propia



Intersección 6: Av. El Sol – Av. Garcilaso - ola verde

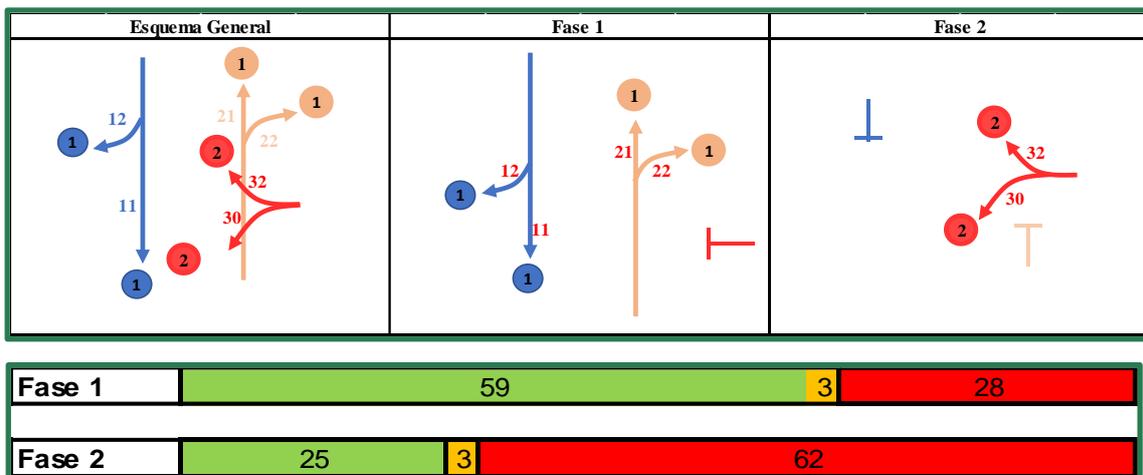
Figura N° 101. Fase Semafórica 6 con efecto de la ola verde



Fuente: Elaboración propia

Intersección 7: Av. El Sol – Pumaqchupan - ola verde

Figura N° 102. Fase Semafórica 7 con efecto de la ola verde

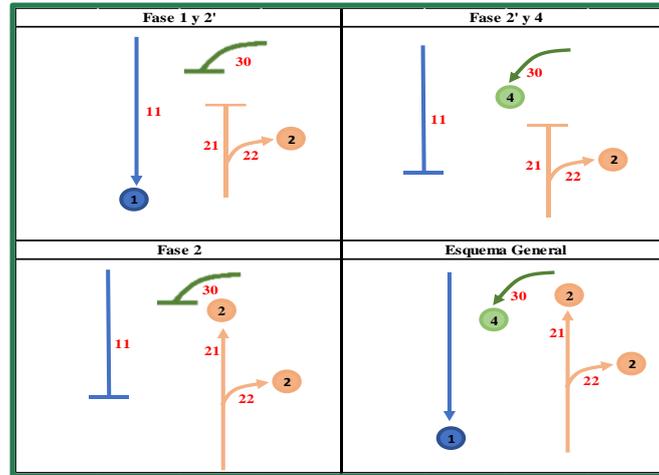


Fuente: Elaboración propia



Intersección 8: Av. El Sol – Av. Tullumayu

Figura N° 103. Fase semafórica 8 con efecto ola verde



Fase 1	25	20	3	42
Fase 2	49	3	38	
Fase 2'	49	38	3	
Fase 4	23	3	64	

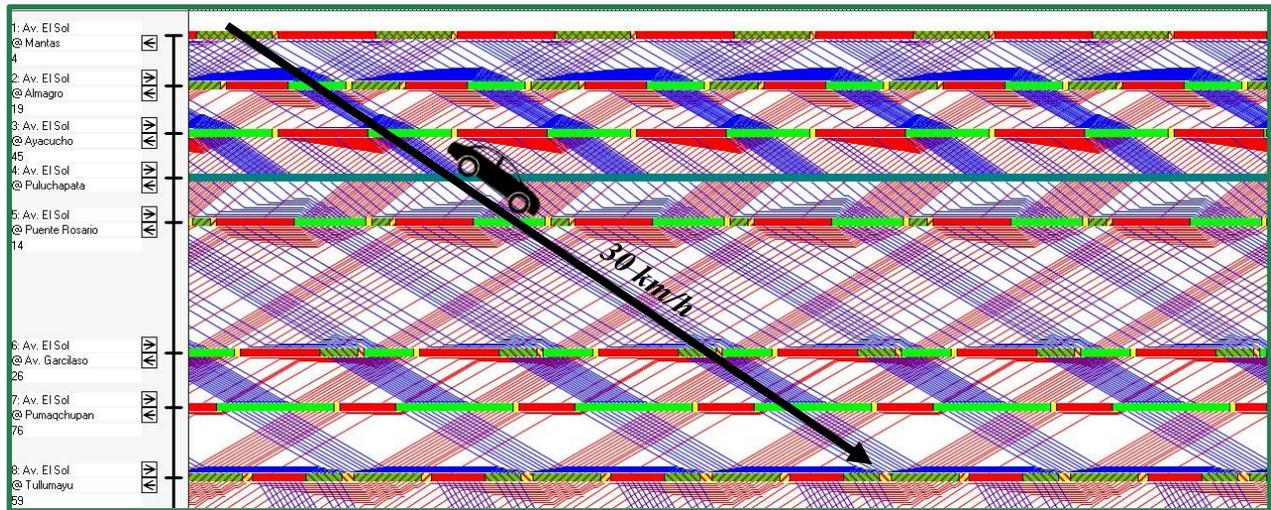
Fuente: Elaboración propia

Diagrama tiempo – espacio del efecto de la ola verde

El diagrama de tiempo – espacio del sistema ola verde se obtiene a partir del software synchro y podemos observar que los vehículos se desplazan a lo largo de toda la Av. El Sol en ambas direcciones teniendo un flujo continuo, considerando los tiempos semafóricos de las diferentes intersecciones.

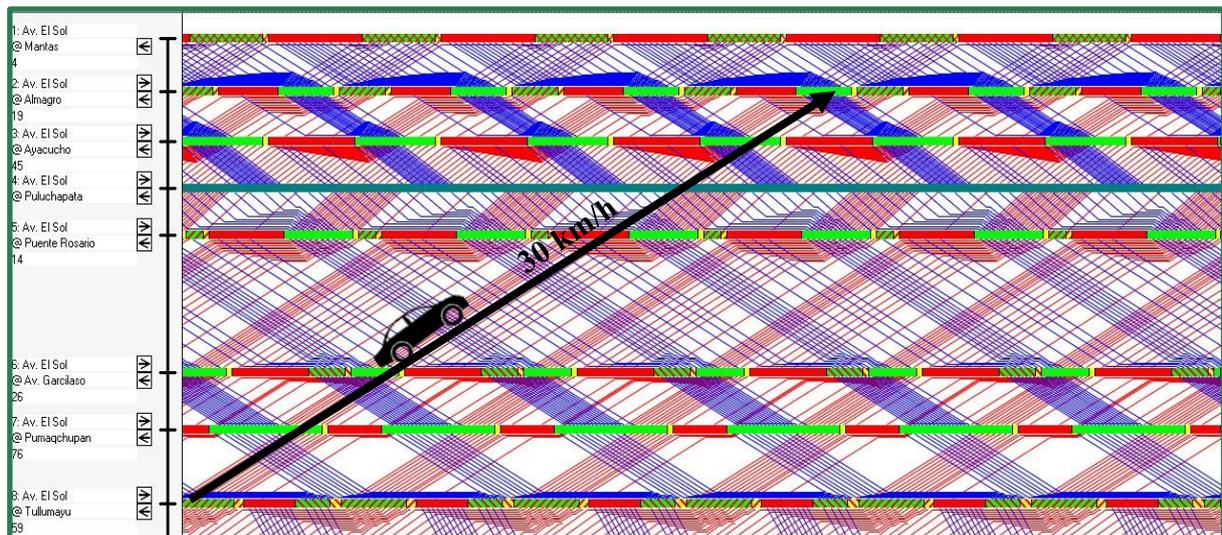


Figura N° 104. Diagrama de tiempo – espacio desde Mantas hasta Pumaqchupan



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 105. Diagrama de tiempo – espacio desde Pumaqchupan hasta Mantas



Fuente: Software Synchro 11.00



Resumen de los resultados de la modelación con el sistema ola verde

Tabla N° 76. Resultados de la situación actual con el sistema ola verde

SITUACIÓN ACTUAL CON OLA VERDE				
N° de Intersecciones	Tiempo semaforico	Volumen / Capacidad	Tiempo de demora	Nivel de servicio
Intersección n°1	90	0.73	12.5	B
Intersección n°2	90	0.86	32.7	C
Intersección n°3	90	0.96	21.6	C
Intersección n°4	-	0.66	16.9	C
Intersección n°5	90	0.81	32.5	C
Intersección n°6	90	0.88	22.6	C
Intersección n°7	90	0.54	2.8	A
Intersección n°8	90	1.09	70.9	E

Fuente: Elaboración propia

3.8.5. Modelamiento con ola verde en tiempo futuro (10 años)

Para el modelamiento se tomó en consideración los siguientes aspectos:

- La adición de semaforización en dos intersecciones Av. El Sol – Almagro y Av. El Sol – Pumaqchupan.
- Se trabaja con los nuevos tiempos semaforicos de verde sucesivo con 90 segundos de longitud de ciclo en todas las intersecciones.
- Para el volumen vehicular se considera los datos obtenidos en los cálculos de tráfico a futuro tomando en cuenta un crecimiento del parque automotor a 10 años, observado en la tabla N°34, N°35, N°36, N°37, N°38, N°39, N°40 y N°41; así como las restricciones para el ingreso de algunos tipos de vehículos que se mencionó en el caso anterior.



Tabla N° 77. Resultados de la primera intersección - futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3443.9
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	90.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	90.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	80.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	0.89
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	18.7
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	B

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 78. Resultados de la segunda intersección - futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3437.9
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	90.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	90.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	150.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	1.04
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	50.4
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 79. Resultados de la tercera intersección – futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3434.9
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	90.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	90.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	55.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	1.21
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	40.0
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 80. Resultados de la cuarta intersección – futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Nudo	Node #	4
Zona	Zone:	
Este	X East (m):	-2247.7
Norte	Y North (m):	-238.6
Elevación	Z Elevation (m):	3431.0
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Unsig
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	0.87
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	33.3
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 81. Resultados de la quinta intersección – futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	Z Elevation (m):	3428.0
Descripción	Description	
Tipo de Control	Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	Cycle Length (s):	90.0
Bloquear Tiempos	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	Actuated Cycle(s):	90.0
Duración del Ciclo Natural	Natural Cycle(s):	90.0
Relación v/c Máxima	Max v/c Ratio:	0.99
Demora en la Intersección	Intersection Delay (s):	44.2
Nivel de Servicio en Intersección	Intersection LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 82. Resultados de la sexta intersección – futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	∞ Zone:	
Descripción	∞ X East (m):	-1543.1
Tipo de Control	∞ Y North (m):	-266.3
Duración de Ciclo	∞ Z Elevation (m):	3416.2
Bloquear Tiempos	∞ Description	
Optimizar Duración de Ciclo	∞ Control Type	Pretimed
Optimizar Divisiones	∞ Cycle Length (s):	90.0
Longitud del Ciclo Accionado	∞ Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Duración del Ciclo Natural	∞ Optimize Cycle Length:	Optimize
Relación v/c Máxima	∞ Optimize Splits:	Optimize
Demora en la Intersección	∞ Actuated Cycle(s):	90.0
Nivel de Servicio en Intersección	∞ Natural Cycle(s):	70.0
	∞ Max v/c Ratio:	1.09
	∞ Intersection Delay (s):	48.1
	∞ Intersection LOS:	D

Fuente: Software Synchro 11.00

Tabla N° 83. Resultados de la séptima intersección – futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO	NODE SETTINGS	
Elevación	∞ Z Elevation (m):	3411.6
Descripción	∞ Description	
Tipo de Control	∞ Control Type	Pretimed
Duración de Ciclo	∞ Cycle Length (s):	90.0
Bloquear Tiempos	∞ Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimizar Duración de Ciclo	∞ Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimizar Divisiones	∞ Optimize Splits:	Optimize
Longitud del Ciclo Accionado	∞ Actuated Cycle(s):	90.0
Duración del Ciclo Natural	∞ Natural Cycle(s):	60.0
Relación v/c Máxima	∞ Max v/c Ratio:	0.69
Demora en la Intersección	∞ Intersection Delay (s):	4.3
Nivel de Servicio en Intersección	∞ Intersection LOS:	A

Fuente: Software Synchro 11.00



Tabla N° 84. Resultados de la octava intersección – futuro

CONFIGURACIÓN DE NODO		NODE SETTINGS	
Elevación	→	Zone:	
Descripción	→	X East (m):	-1025.9
Tipo de Control	→	Y North (m):	-282.3
Duración de Ciclo	→	Z Elevation (m):	3406.1
Bloquear Tiempos	→	Description	
Optimizar Duración de Ciclo	→	Control Type	Pretimed
Optimizar Divisiones	→	Cycle Length (s):	90.0
Longitud del Ciclo Accionado	→	Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Duración del Ciclo Natural	→	Optimize Cycle Length:	Optimize
Relación v/c Máxima	→	Optimize Splits:	Optimize
Demora en la Intersección	→	Actuated Cycle(s):	90.0
Nivel de Servicio en Intersección	→	Natural Cycle(s):	150.0
		Max v/c Ratio:	1.33
		Intersection Delay (s):	135.9
		Intersection LOS:	F

Fuente: Software Synchro 11.00

Resumen de resultados de la modelación con el sistema ola verde a 10 años.

Tabla N° 85. Resultados del sistema ola verde en 10 años

SITUACIÓN FUTURA CON OLA VERDE				
N° de Intersecciones	Tiempo semaforico	Volumen / Capacidad	Tiempo de demora	Nivel de servicio
Intersección n°1	90	0.89	18.7	B
Intersección n°2	90	1.04	50.1	D
Intersección n°3	90	1.21	40.0	D
Intersección n°4	-	0.87	33.3	D
Intersección n°5	90	0.99	44.2	D
Intersección n°6	90	1.09	48.1	D
Intersección n°7	90	0.69	4.3	A
Intersección n°8	90	1.33	135.9	F

Fuente: Elaboración propia



Capítulo IV: Resultados de la Investigación

4.1. Resultados respecto a los Objetivos Específicos

Resultado N°1:

Los tiempos semafóricos distribuidos en verde, ámbar y rojo que se muestran en cada una de las intersecciones en la actualidad reflejan la utilización de longitudes de ciclo largas. Se observa que se tiene una longitud de ciclo de 120 segundos en todas las intersecciones, misma que no es eficaz porque causa problemas de congestión vehicular. Es por ello que, al realizar una optimización, se obtienen tiempos más cortos que permiten un flujo vehicular mucho más continuo.

Tabla N° 86. Comparación del ciclo semafórico en cada intersección

Tiempo semafórico (seg)		
Situación	Actual	Ola Verde
Intersección n°1	120	90
Intersección n°2	-	90
Intersección n°3	120	90
Intersección n°4	-	-
Intersección n°5	120	90
Intersección n°6	120	90
Intersección n°7	-	90
Intersección n°8	120	90

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Tabla N°86, al realizar la optimización de los tiempos semafóricos, se obtuvo una longitud de ciclo óptimo para cada una de las intersecciones de 90 segundos. Este nuevo tiempo, asegura un desplazamiento vehicular más fluido evidenciado principalmente en la disminución del nivel de servicio.

Resultado 2:

El volumen sobre capacidad muestra el estado de utilización de una vía. Al realizar el análisis correspondiente tal como se muestra en la Tabla N°87 se observa que la relación volumen sobre capacidad (v/c) de la situación actual refleja valores superiores a la unidad,



es decir, la vía se encuentra funcionando por encima de su capacidad. Esto se verifica principalmente en la intersección n°6, donde la relación de v/c tiene un valor de 2.40, es decir, dicha vía admite la circulación de más del doble de vehículos que su capacidad permite.

Tabla N° 87. Comparación de V/C de cada intersección

Volumen sobre Capacidad (V/C)		
Situación	Actual	Ola Verde
Intersección n°1	0.81	0.73
Intersección n°2	1.16	0.86
Intersección n°3	1.00	0.96
Intersección n°4	0.66	0.66
Intersección n°5	1.52	0.81
Intersección n°6	2.40	0.88
Intersección n°7	0.73	0.54
Intersección n°8	1.15	1.09

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en la Tabla N°87, también se observa los valores de la relación de volumen sobre capacidad (v/c) de cada intersección posterior a la aplicación de restricciones y el sistema de ola verde. De manera general, se afirma que los valores son menores a los de la situación actual, por lo que se puede decir que se tiene una mejora notable. Sin embargo, también se resalta que, pese a la optimización realizada, en la intersección N°8 aún se puede observar una relación de v/c superior a la unidad.

Resultado 3:

El software Synchro 11, empleado en el presente estudio nos permite apreciar el cambio que se tiene en el nivel de servicio obtenido del análisis de datos actuales y del análisis obtenido posterior a la incorporación del sistema ola verde y restricciones respectivas.



Tabla N° 88. Comparación del tiempo de demora en cada intersección

Tiempo de demora (seg)		
Situación	Actual	Ola Verde
Intersección n°1	21.30	12.50
Intersección n°2	50.90	32.70
Intersección n°3	32.50	21.60
Intersección n°4	16.90	16.90
Intersección n°5	163.00	32.50
Intersección n°6	257.30	22.60
Intersección n°7	15.30	2.80
Intersección n°8	66.20	70.90
Demora total	623.4	212.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 89. Comparación del nivel de servicio de cada intersección

Nivel de Servicio		
Situación	Actual	Ola Verde
Intersección n°1	C	B
Intersección n°2	F	C
Intersección n°3	C	C
Intersección n°4	C	C
Intersección n°5	F	C
Intersección n°6	F	C
Intersección n°7	C	A
Intersección n°8	E	E

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla N°88, el tiempo de demora total disminuye de 623.4 segundos a 212.5 segundos, por tanto, se observa variaciones favorables en el nivel de servicio. En la tabla N°89, de manera general se afirma que el nivel de servicio más bajo en la situación actual es el “C” presente en las diferentes intersecciones, mientras que las demás cuentan con un nivel de servicio “E” y “F”; lo que demuestra que la vía en estudio cuenta con un sistema deficiente de circulación vehicular.

Por otra parte, posterior a la inclusión del sistema ola verde, adición de semáforos e implementación de restricciones, se tiene niveles de servicio “C” en la mayoría de



intersecciones. Es decir, existe una mejora en los niveles de servicio de cada una de las intersecciones y, por ende, una mejora que se observa en toda la vía en cuestión.

Resultado 4:

Como se observa en la tabla N° 90, al contrastar los resultados de la velocidad operacional actual con la velocidad obtenida aplicando los tiempos semafóricos recalculados, se tiene variaciones en el desplazamiento de los vehículos en el sentido sureste y noroeste de 16.93 km/hr y 19.25 km/hr respectivamente, pasando a una velocidad de 30 m/hr en ambos sentidos.

Tabla N° 90. Comparación de ola verde actual y futuro

Velocidad Operacional		
Accesos	Situación Actual	Situación con Ola Verde
Noroeste	19.25 km /hr	30.00 km /km
Sureste	16.93 km /hr	30.00 km /km

Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultados respecto al Objetivo General

En general, considerando el escenario del sistema ola verde como se observa en la tabla N°91: Primero se disminuye el nivel de servicio de la vía de “F” a “C”, aportando mayor continuidad al movimiento vehicular. Segundo, reduce la relación volumen sobre capacidad (v/c) de la vía de 1.18 a 0.82, es decir, minimiza la saturación que se tenía inicialmente en las intersecciones que se encuentran en la Av. El Sol. Tercero, respecto a los tiempos semafóricos, como antes se observó, se redujo la longitud de ciclo, lo que ratifica que los tiempos semafóricos cortos funcionan mejor que los largos en áreas céntricas.



Tabla N° 91. Resultados de la Av. el sol

Situación promedio de la vía		
Situación	Actual	Ola Verde
Tiempo de demora (s)	77.93	26.56
Nivel de servicio	F	C
Volumen a capacidad (v/c)	1.18	0.82
Tiempo semafórico (s)	120.00	90.00

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, la forma de visualizar que la aplicación de restricciones y el sistema ola verde es factible para el centro histórico es evaluando el tiempo de viaje total iniciando en la calle Mantas y culminando en Pumaqchupan. Con la configuración situacional inicial se tiene un tiempo de viaje en el acceso Noroeste de “16 minutos con 09 segundos” y de acceso Sureste de “16 minutos y 59 segundos”. En contraste, con la implementación de las restricciones, adición de semáforos y el sistema ola verde se puede ver que se disminuye el tiempo de viaje a “09 minutos con 32 segundos” y “09 minutos con 02 segundos” respectivamente.

Tabla N° 92: Tiempo de Viaje de la Av. El Sol

Tiempo de viaje		
Accesos	Situación Actual	Situación con Ola Verde
Noroeste	16 min 09 seg	09 min 32 seg
Sureste	16 min 59 seg	09 min 02 seg

Fuente: Elaboración propia



Capítulo V: Discusión

5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

Hallazgo 1:

La investigación muestra que al aplicar ciclos semafóricos más cortos pasando de un tiempo total de 120 segundos a 90 segundos se mejora la transitabilidad de vehículos disminuyendo el tiempo de demora en cada intersección teniendo un total en la actualidad de 623.4 segundos y pasando a 212.5 segundos, ocasionando que los movimientos permitidos en cada intersección sean más ordenados y más fluidos, dando como resultado una mejora en los niveles de servicio.

Hallazgo 2:

La investigación muestra que considerando las condiciones actuales en la avenida El Sol, se tiene que el factor que relaciona el volumen con la capacidad es próximo o superior a la unidad, resaltando la Intersección N°6 con un valor de 2.40, que como se mencionó en el marco teórico indica una sobresaturación de la vía. Con la implementación del sistema de ola verde que incluye principalmente el planteamiento de una nueva configuración semafórica, se observa que incluso teniendo paraderos existentes en la vía el tránsito es más ordenado y se presenta mayor fluidez, tanto con valores de aforo de la actualidad como cuando se considera el crecimiento del parque automotor a 10 años.

5.2. Limitaciones del estudio

5.2.1. Limitación de estudio

La presente investigación está limitada a lo siguiente.

- Las 8 intersecciones con acceso vehicular, ubicadas en el distrito de Cusco, en la Av. El sol.
- Clasificación vehicular según la MTC, con resolución R.D. N° 4848 – 2006-MTC.
- Recolección de datos con cámaras de video.

5.2.2. Limitación de información

Este estudio se limita a lo siguiente:



- Las cinco intersecciones semaforizadas y las tres intersecciones no semaforizadas ubicadas en la Av. EL Sol, con acceso vehicular, iniciando desde la Calle Mantas y finalizando en la Av. Tullumayu.
- El conteo vehicular se realizó una semana empezando el día Lunes y finalizando el Domingo.
- El intervalo de tiempo en el que se realizó el conteo vehicular inició de 6.00 am y culminó a las 22.00 pm.
- El conteo vehicular clasificado según la clasificación vehicular del MTC, se realizó en la hora punta de 17:15 pm a 6:15 pm del día viernes.
- Se utilizó cámaras de video del celular para grabar la circulación vehicular en cada intersección.

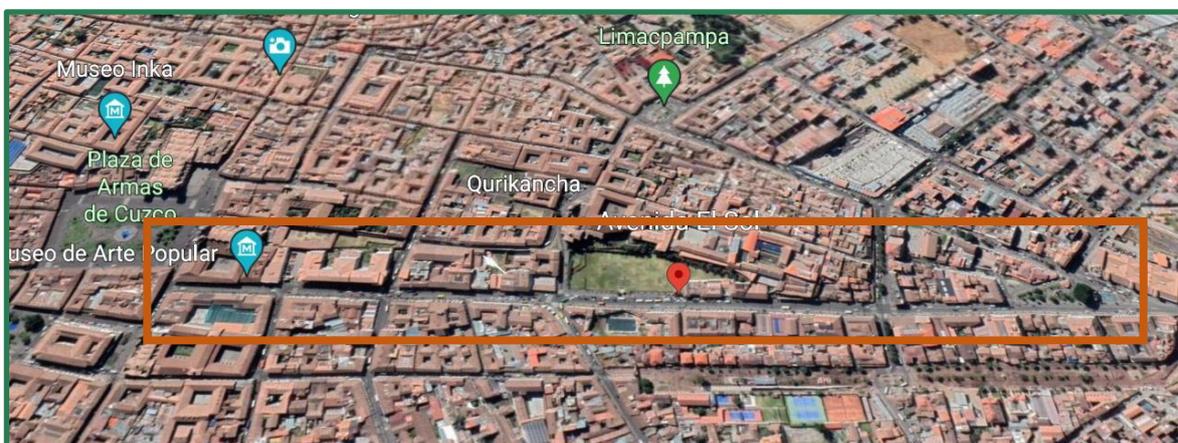
5.2.3. Limitación de tiempo

El estudio se realizó de enero-junio de 2023, incluye la recopilación de datos sobre el flujo de vehículos, los tiempos semafóricos y principales características de la vía.

5.2.4. Limitación de orden geográfico

La presente investigación considera únicamente a la Avenida El Sol que se ubica geográficamente en el distrito de Cusco, Provincia de Cusco y Departamento del Cusco delimitado desde la Calle Mantas y finalizando en la Avenida Tullumayu.

Figura N° 106. Delimitación del área en estudio Av. el sol.



Fuente: Google Earth



5.3. Comparación crítica con la literatura existente

COMPARACIÓN N°1:

Son pocos los casos en el que se puede conseguir tener un sistema de ola verde considerando la modificación únicamente de los tiempos. Tal y como se afirma en Campomanes Campomanes & López Olivera (2019) para construir la ola verde se realiza otras modificaciones como son las restricciones de giro. Si al realizar la ola verde se observa que no se disminuye de manera considerable el grado de saturación, es necesario considerar optar por restricciones de ingreso y de giro, de esta manera se tendrán variaciones favorables en referencia al grado de saturación de la vía. En la investigación realizada por Campomanes Campomanes & López Olivera (2019); los tiempos iniciales del ciclo semafórico, en su mayoría, son menores a 120 segundos, los cuales al ser modificados para la implementación de la ola verde quedan uniformizados a 120 segundos. Es decir, el incremento de la longitud de ciclo es favorable para la optimización de su vía en estudio. Contrario a dicho caso, en la presente investigación, ubicada en el centro histórico, con las modificaciones realizadas, los tiempos semafóricos concluyeron en la disminución de la longitud de ciclo de 120 segundos a 90 segundos. Esta diferencia se debe a que las distancias que existe de intersección a intersección son más largas que las intersecciones que se muestran en la presente investigación.

COMPARACIÓN N°2:

La presente tesis y el estudio realizado por Meza Apaza (2017) coinciden en que los puntos de parada se deben definir de manera que no causen conflictos ni impidan la circulación vehicular, es decir, que paraderos informales deben de ser prohibidos. Además, como parte del estudio se realiza una proyección a futuro de 10 años tomando en consideración el crecimiento automotor propio de la zona, que al ser evaluado se obtiene que el nivel de servicio promedio de la Av. El Sol es el “D”, sin embargo, en la tesis realizada por Meza Apaza (2017) con la proyección a futuro se obtiene un nivel de servicio “F”. Estos resultados nos indican que, si se continúan manejando las mismas condiciones a largo plazo se llegará a un nivel de servicio totalmente inadecuado, por tanto, se deberán plantear nuevas alternativas de solución como la gestión de rutas para circulación de transporte público y transporte turístico.



COMPARACIÓN N°3:

Al realizar la presente investigación utilizando como software para la modelación de la vía el Synchro Traffic, se encontró que, si bien se alcanza un grado de similitud cercano a la realidad, algunas características no son del todo consideradas. Este es un aspecto que se resalta tanto en la presente tesis como en la tesis de Otoyá Ortega (2019). Esta última tesis, después de la optimización reduce la longitud de ciclo de 119 segundos a 80 segundos, este resultado es similar al que se muestra en la presente tesis en la cual se reduce de 120 segundos a 90 segundos. Del mismo modo, al momento de realizar las modificaciones para optimizar el nivel de servicio de la vía tanto en el presente caso como en la vía estudiada por Otoyá Ortega (2019), se prioriza el descongestionamiento de las intersecciones más críticas utilizando restricciones de giro y en el presente caso, denegando el ingreso a vehículos pesados. La diferencia en la modificación se debe que, al ser una vía ubicada en el centro, presenta mayor complejidad en los movimientos permitidos motivo por el cual no se puede restringir los giros, pero sí limitar el ingreso de ciertos vehículos en la hora punta.

5.4. Implicancias del estudio

La Av. El Sol es una vía fundamental que sirve como nexo entre las redes de transporte de dos distritos y es precisamente por eso que presenta grandes conflictos vehiculares además de ser una zona de alto comercio y contar con presencia de servicios bancarios. La presente investigación realiza una optimización como una alternativa para solucionar los problemas vehiculares actuales que se presentan en la Av. El Sol. Al culminar con la optimización, se llega a la conclusión que la disminución de la longitud del ciclo, la adición de semáforos y la implementación de restricciones de ingreso de vehículos pesados conjuntamente con la modificación en la distribución de tiempos para el verde, ámbar y rojo, es factible. Es decir, longitudes de ciclos semafóricos cortos aplicados en centros históricos son más funcionales que los ciclos largos utilizados generalmente en otras avenidas principales fuera del centro histórico.



Conclusiones y Recomendaciones

Conclusión N°1:

Se demostró que la sub hipótesis 1 que indica que: “Los tiempos semafóricos disminuirán con la implementación del sistema de ola verde en las intersecciones de la Av. El Sol.”, es correcta. La distribución de tiempos semafóricos iniciales, forman una longitud de ciclo de 120 segundos en cada una de las intersecciones, dicho tiempo al ser recalculado teniendo en consideración la ola verde, proporciona un ciclo de 90 segundos, un tiempo más corto que el inicial, que funciona mejor en el presente caso.

Conclusión N°2:

Se demostró que la sub hipótesis 2 que indica que: “Con la implementación del sistema de ola verde se reducirá la relación volumen sobre la capacidad (v/c) en las intersecciones de la Av. El Sol.”, es correcta. Al realizar el modelamiento situacional actual se observa que la relación volumen a capacidad son próximas o superiores a la unidad, lo que indica que la avenida de estudio tiene una sobredemanda vehicular en comparación a la capacidad que la avenida ofrece. Y tal como se indica en la Tabla N°87, al implementar la ola verde se observa reducción de dicho factor en todas las intersecciones de estudio.

Conclusión N°3:

Se demostró que la sub hipótesis 3 que indica que: “La implementación del sistema de ola verde minimizará los tiempos de demora en las intersecciones de la Av. El Sol.”, es correcta. Como se observa en la Tabla N°89, en la situación actual se tienen niveles de servicio “C”, “E” y “F”, siendo los dos últimos los más inadecuados que ocasionan demoras elevadas en cada una de las intersecciones. Al ejecutar el sistema de ola verde y restricciones ya mencionadas, se mejoró notablemente el nivel de servicio pasando a niveles de servicio “A”, “B”, “C” y “E”, y como se muestra en la Tabla N°88 se logró reducir el tiempo de demoras de un total de 623.4 segundos a 212.5 segundos.



Conclusión N°4:

Se demostró que la sub hipótesis 4 indica que: “Los tiempos semafóricos recalculados permitirán un incremento en la velocidad en las intersecciones de la Av. El Sol”, es correcta. Como se observa en la tabla N°90 , respecto a la velocidad operacional en la vía en estudio, se presenta un incremento de 16.93 km/hr a 30 km/hr en el sentido sureste. Del mismo modo, en el sentido noroeste se tiene inicialmente una velocidad operacional de circulación promedio de 19.25 km/hr pasando a 30 km/hr. Por lo tanto, se concluye que utilizar los nuevos tiempos semafóricos recalculados afectan de manera positiva a la variación de velocidad con la que se desplazan los vehículos.

Conclusión N°5:

La hipótesis general que indica que: “Con la implementación del sistema de ola verde se optimizará el nivel de servicio, volumen sobre capacidad (v/c) y la distribución de los tiempos semafóricos en las intersecciones de la Av. El Sol.” es correcta. De manera general, de los resultados que se muestran en la Tabla N°92 se puede evidenciar que el tiempo de viaje total comparando la situación en presencia y ausencia de ola verde es favorable: En la circulación de acceso Sureste se reduce el tiempo total de viaje de “16 minutos con 59 segundos” a “09 minutos con 02 segundos” y en el acceso Noroeste de “16 minutos con 09 segundos” a “09 minutos con 32 segundos”.

Recomendación N°1:

La recolección de los datos referentes a los aforos vehiculares es muy importante para el presente estudio, es por ello que se recomienda que al realizar el procesamiento en gabinete de los videos de cada una de las intersecciones se considere su ejecución de manera cuidadosa para obtener los datos vehiculares lo más exactos a la realidad, asegurando que los resultados sean lo más verídicos posibles.

Recomendación N°2:

Es recomendable trabajar con ciclos semafóricos menores a los 120 segundos, caso contrario se genera incomodidad en los usuarios por las largas colas generadas. Como se evidenció, de los datos actuales recolectados, en la intersección n°5 se aprecia un ciclo



semafórico de 120 segundos, con una distribución de tiempos que no es equitativa causando flujos forzados en todos los movimientos permitidos.

Recomendación N°3:

Se recomienda realizar el estudio de las calles y avenidas contiguas de forma más exhaustiva para poder plantear rutas alternativas principalmente para el transporte público, que, según el presente estudio, son los que, debido a su gran tamaño causan movimientos forzados, demoras debido a las paradas y congestión al momento de estacionarse.

Recomendación N°4:

Respecto a los modelamientos realizados, se recomienda para la configuración de velocidades, considerar un factor de corrección puesto que como se observó en el presente estudio, los vehículos se desplazan a velocidades que varían constantemente. El software Synchro sólo permite colocar una velocidad, sin embargo, si pudiera considerarse las velocidades fluctuantes se obtendría un modelo más semejante a la realidad.

Recomendación N°5:

Los semáforos, son dispositivos de control que aseguran la circulación vehicular ordenada, sin embargo, como se observó en la recolección de datos de las fichas de observación n°4, no todos los semáforos se encuentran funcionando en condiciones adecuadas. Se recomienda a la entidad encargada realizar el mantenimiento correspondiente y evitar posibles accidentes

Recomendación N°6:

Se recomienda a la Municipalidad Provincial del Cusco, potenciar la realización de charlas de educación vial para todos los usuarios (policías de tránsito, conductores y peatones), de este modo se generará conciencia vial y podrá evitarse muchos accidentes.



Referencias

- Alba Menendez, M. L., & Hernandez Menendez, O. (2020). Análisis de sincronización de semáforos utilizando el programa Synchro. SciELO - Infraestructura Vial.
- Andrade, P. (25 de Julio de 2022). "Ola Verde" - Descongestionar el tráfico urbano y mitigar el cambio climático. Obtenido de "Ola Verde" - Descongestionar el tráfico urbano y mitigar el cambio climático: <https://participalascundes.cl/proposals/155-ola-verde-descongestionar-el-trafico-urbano-y-mitigar-el-cambio-climatico>
- BNamericas. (10 de Mayo de 2021). BNamericas.com. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/ministerio-de-transportes-peruano-apunta-a-mitigar-caos-en-trafico-urbano>
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas Grisales, J. (2018). Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. Ciudad de México.
- Campomanes Campomanes, A. J., & López Olivera, J. M. (2019). Reducción de la congestión vehicular a través de la implementación de la Ola Verde en la Av. Caminos del Inca en el tramo comprendido entre Jr. Batallón Callao Norte y Jr. Cádiz en el distrito de Surco. (Tesis de licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima.
- Decreto Supremo N°023. (07 de Julio de 2021). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (E. Peruano, Ed.)
- HCM. (2016). Highway Capacity Manual. Washington, D.C.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación (sexta ed.). México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Ibarra, M. (2019). Sincronismo y Diseño de Olas Verdes. Lima.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. Lima.
- INVIAS. (2020). Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles. Colombia.
- Lojano Gutierrez, J. P. (2013). Propuesta para la implementación de un modelo semafórico adaptativo a sistemas integrados de transporte. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Meza Apaza, K. A. (2017). Implementación de olas verdes para la reducción del nivel de congestión desde el jitón Huancas hasta la Avenida Huancavelica en la Avenida Giráldez y Paseo la Breña. (Tesis de licenciatura). Universidad Continental, Huancayo.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2022). Estadística - Servicios de Transporte Terrestre por Carretera - Parque Automotor #gobpe. Obtenido de Estadística - Servicios de Transporte Terrestre por Carretera - Parque Automotor:



<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor>

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima.
- Municipalidad del Cusco. (2018). Plan Maestro del Centro Histórico del Cusco. Cusco.
- Municipalidad Provincial del Cusco. (2013). Zonificación de Uso de Suelo - Plan de desarrollo urbano de la provincia de Cusco. Cusco.
- Núñez Castillo, C. G., & Villanueva Troncoso, C. (2014). Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco. (Tesis de licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Otoya Ortega, P. V. (2019). Mejoramiento de los niveles de servicio a través de la implementación del efecto de Ola Verde en intersecciones sincronizadas de la Av. Juan Pardo de Zela desde la Av. Prolongación Iquitos hasta la Av. Arequipa. (Tesis de licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Peña Garibay, R. (2016). Coordinación de semáforos en la Avenida Miguel Angel de Quevedo. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México - México.
- Rello Rincón, E. (2020). Propuesta para reducir los tiempos de viaje del modo de transporte público Metrobús mediante el uso del sistema de priorización de semáforos. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México - México.
- Sayan Galdos, W., & Solis Farfán, N. C. (2021). Influencia De La Aplicación Del Sistema De Ola Verde En La Congestión Vehicular De La Avenida De La Cultura, Cusco 2021. (Tesis de licenciatura). Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Sevilla Hurtado, L., Martín Fernandez, F., & Sebastian Perez, M. A. (2004). Estudio comparativo sobre los criterios de rechazo de errores atípicos. Departameno de Ingeniería de Construcción y Fabricación, ETTSII. UNED. MADRID.
- Silvera, L. (2015). Diapositivas del curso Gestión y Operación de vías urbanas y carreteras. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima: Semestre 2015-1.
- Trafficware. (2019). Synchro Studio 11 - User Guide. Estados Unidos: Cubic ITS.
- Triola, M. F. (2009). Estadística. México: Pearson Educación.



Instrumentos de Recolección de Datos

8.1. Validación de instrumentos

Para cumplir con los objetivos que se plantearon en la presente investigación, se requiere de fichas de observación donde se utilizó la clasificación vehicular según lo que rige la MTC en la directiva N°002 – 2006 – MTC/15 que fue aprobada mediante la R.D. N° 4848 – 2006- MTC, así como también se tuvo una revisión por un experto, el cual dio sus observaciones que fueron levantadas y corregidas para finalmente dar su aprobación dando así su validez y confiabilidad.



Figura N° 107. Validación de instrumentos – formato 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

1. DATOS GENERALES
1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:
 "EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023."

1.2. INVESTIGADORES:
 - Alvarez Velasquez Yullana Kareliz
 - Ventura Laime Valentina Traycy

2. DATOS DEL EXPERTO:
 2.1 Nombres y Apellidos: JNG. Carmen Cecilia Gil Rodriguez
 2.2 Especialidad: Investigación
 2.3 Lugar y Fecha: Universidad Andina del Cusco
 2.4 Cargo e Institución donde Labora: **UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

INSTRUMENTO:

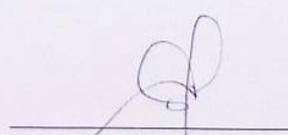
- FICHA DE OBSERVACIÓN N°1: Levantamiento Topográfico

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios					90%
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					99%
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable				75%	
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				78%	
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad.				78%	
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.					90%
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					93%
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					88%
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					94%
	1º. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				79%	

I. OPINION DE APLICABILIDAD:

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85.4%

III. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede a su aplicación. (X) Debe corregirse. ()


 Sello y Firma del Experto.
 DNI: 23877511

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 108. Validación de instrumentos - formato 2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

1. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:
"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023."

1.2. INVESTIGADORES:
 - Alvarez Velasquez Yuliana Kareliz
 - Ventura Laime Valentina Traycy

2. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: ING. Carmen Cecilia Gil Rodriguez

2.2 Especialidad: Investigación

2.3 Lugar y Fecha: Universidad Andina del Cusco

2.4 Cargo e Institución donde Labora: **UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

INSTRUMENTO:

- FICHA DE OBSEVACIÓN N°2: Conteo Vehicular**

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios					90%
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					89%
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable				45%	
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				73%	
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad.				78%	
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.					90%
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					95%
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					88%
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					99%
	1º. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				79%	

I. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85.4%

III. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede a su aplicación. (x) Debe corregirse. ()


 Selló y Firma del Experto.
 DNI: 23877911

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 109. Validación de instrumentos – formato 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

1. DATOS GENERALES
1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:
"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023."

1.2. INVESTIGADORES:
 - Alvarez Velasquez Yuliana Kareliz
 - Ventura Laime Valentina Traycy

2. DATOS DEL EXPERTO:
 2.1 Nombres y Apellidos: *ING. Coraen Cecilia Gil Rodriguez*
 2.2 Especialidad: *Investigación*
 2.3 Lugar y Fecha: *Universidad Andina Del Cusco*
 2.4 Cargo e Institución donde Labora: *UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO*

INSTRUMENTO:

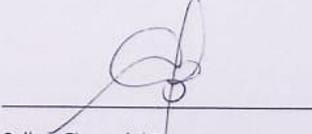
- FICHA DE OBSERVACIÓN N°3: Clasificación Vehicular (Hora Punta)**

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios					90%
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					89%
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable				45%	
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				78%	
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad.				78%	
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.					90%
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					93%
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					88%
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					94%
	10. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				79%	

I. OPINION DE APLICABILIDAD:

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *85.4%*

III. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:
 Procede a su aplicación. (X) Debe corregirse. ()


 Sello y Firma del Experto.
 DNI: *23877911*

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 110. Validación de Instrumentos – Formato 4

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

1. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:
 "EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023."

1.2. INVESTIGADORES:

- Alvarez Velasquez Yulliana Kareliz
- Ventura Laime Valentina Traycy

2. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: ING. Carmen Cecilia Gil Rodriguez

2.2 Especialidad: Investigación

2.3 Lugar y Fecha: Universidad Andina del Cusco

2.4 Cargo e Institución donde Labora: **UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

INSTRUMENTO:

- FICHA DE OBSEVACIÓN N°4: Características Semafóricas

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios					90%
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					99%
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable				45%	
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				43%	
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad.				48%	
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.					90%
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					95%
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					89%
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables					99%
	1°. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				79%	

I. OPINION DE APLICABILIDAD:

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85.4%

III. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede a su aplicación. (X) Debe corregirse. ()


 Sello y Firma del Experto.
 DNI: 23877511

Fuente: Elaboración Propia



ANEXOS

Anexo N°1: Levantamiento Topográfico Av. El Sol

Tabla N° 93. Puntos del levantamiento planimétrico

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
1	8503658.152	177508.388	3444.5067	AUX
2	8503649.368	177523.7908	3445.2935	ESQ
3	8503656.914	177510.3409	3443.9017	BM
4	8503667.197	177521.3018	3443.4302	PT
5	8503661.745	177525.7192	3443.4569	PT
6	8503654.384	177524.6441	3443.4901	PT
7	8503670.539	177531.0721	3442.9802	PT
8	8503658.163	177535.3221	3443.0063	PT
9	8503678.275	177554.0961	3441.7911	PT
10	8503686.513	177577.9396	3440.6291	PT
11	8503694.512	177601.2271	3439.4985	PT
12	8503712.665	177651.8711	3437.5131	PT
13	8503737.747	177726.0739	3434.6928	PT
14	8503725.588	177709.8423	3435.5854	PT
15	8503718.154	177688.3262	3436.5361	PT
16	8503710.412	177665.9685	3437.2495	PT
17	8503702.542	177643.2106	3437.919	PT
18	8503692.977	177615.4933	3439.0792	PT
19	8503684.73	177591.6931	3440.2436	PT
20	8503676.567	177567.979	3441.4218	PT
21	8503668.517	177544.6935	3442.4932	PT
22	8503674.438	177582.0256	3440.6828	PT
23	8503666.169	177558.1533	3441.8349	PT
24	8503682.589	177605.4932	3439.5656	PT
25	8503699.556	177655.2906	3437.5393	PT
26	8503707.14	177678.2686	3436.7838	PT
27	8503714.978	177700.964	3435.9296	PT
28	8503725.262	177732.0945	3434.6733	PT



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
29	8503725.852	177731.9097	3434.5954	PC
30	8503737.667	177726.3471	3434.6932	PC
31	8503735.305	177719.1773	3434.988	PT
32	8503728.055	177696.712	3435.9556	PT
33	8503669.562	177520.2156	3445.2975	ESQ
34	8503668.382	177516.7101	3443.8031	ESQ
35	8503651.682	177525.1321	3443.6755	ESQ
36	8503678.953	177518.6146	3445.95	INT
37	8503672.33	177506.888	3444.25	INT
38	8503625.799	177518.4191	3444.85	INT
39	8503661.85	177524.7024	3443.4329	D
40	8503661.366	177524.5464	3443.4516	D
41	8503661.079	177524.9195	3443.4675	D
42	8503654.765	177524.12	3443.4975	CAL
43	8503666.584	177521.2924	3443.4128	CAL
44	8503673.349	177541.0014	3442.4095	CAL
45	8503658.846	177535.7035	3442.7694	CAL
46	8503741.052	177728.8348	3434.9286	PT.
47	8503709.106	177736.4087	3435.01	INT
48	8503714.877	177750.6078	3435.01	INT
49	8503775.061	177735.7871	3436.25	INT
50	8503761.128	177728.941	3435.64	CAL
51	8503737.692	177726.3378	3434.4188	AM
52	8503725.827	177731.9229	3434.8683	AM
53	8503720.488	177731.9028	3434.985	ESQ
54	8503726.389	177745.1829	3434.4993	ESQ
55	8503746.958	177725.5986	3434.972	ESQ
56	8503747.121	177725.6878	3434.9964	ESQ
57	8503749.575	177739.3446	3434.8322	ESQ
58	8503747.748	177742.5324	3434.6409	ESQ
59	8503746.554	177738.1675	3434.6695	SEM
60	8503730.325	177745.5947	3434.3351	SEM
61	8503725.112	177732.0915	3434.8943	SEM
62	8503738.042	177726.0232	3435.0275	SEM



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
63	8503729.882	177723.36	3435.2749	D
64	8503737.392	177726.1947	3434.9789	CAL
65	8503725.781	177730.339	3434.9326	CAL
66	8503733.213	177750.7862	3434.0834	CAL
67	8503744.246	177745.9341	3434.2069	CAL
68	8503739.178	177749.7144	3434.1803	D
69	8503746.076	177748.5159	3434.1245	PT
70	8503752.615	177767.2601	3433.2776	PT
71	8503760.269	177789.2454	3432.373	PT
72	8503767.73	177810.6036	3431.5181	PT
73	8503775.833	177833.7686	3430.2766	PT
74	8503783.938	177856.819	3429.6312	PT
75	8503791.277	177878.4975	3428.829	PT
76	8503799.886	177901.9735	3428.0355	SEM
77	8503770.453	177919.8951	3429.62	INT
78	8503778.474	177929.5448	3429.84	INT
79	8503820.01	177894.4753	342.49	INT
80	8503824.24	177906.7269	3429.76	INT
81	8503801.075	177902.6198	3428.0083	PC
82	8503784.529	177900.3039	3428.2482	PC
83	8503788.7	177891.3984	3428.6508	PT
84	8503781.309	177870.0225	3429.3792	PT
85	8503766.482	177827.4115	3431.0585	PT
86	8503757.595	177801.9232	3432.0915	PT
87	8503750.109	177780.4193	3432.9687	PT
88	8503742.705	177759.1429	3433.8146	PT
89	8503733.044	177753.1463	3433.9946	PT
90	8503739.487	177771.6264	3433.2029	PT
91	8503747.126	177793.5768	3432.307	PT
92	8503754.382	177814.3822	3431.442	PT
93	8503752.102	177816.7594	3431.5	ESQ
94	8503751.32	177818.8001	3431.5	ESQ
95	8503754.476	177825.4509	3430.87	ESQ
96	8503751.658	177823.96	3431.51	ESQ



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
97	8503742.15	177825.7609	3452.24	INT
98	8503744.594	177829.1401	3452.24	INT
99	8503762.566	177837.398	3430.5585	PT
100	8503770.893	177861.718	3429.6389	PT
101	8503778.499	177883.1419	3428.8651	PT
102	8503784.5	177900.284	3428.2372	SEM
103	8503801.075	177902.6198	3428.0135	PT.
104	8503773.612	177848.1602	3430.2268	PT
105	8503803.301	177900.7667	3428.2394	ESQ
106	8503780.316	177903.2347	3428.1834	ESQ
107	8503780.162	177899.5988	3428.4089	ESQ
108	8503788.025	177921.0329	3427.5935	ESQ
109	8503785.184	177921.8097	3428.1828	ESQ
110	8503811.914	177913.2079	3427.6252	CORI
111	8503814.164	177909.565	3428.4595	CORI
112	8503804.052	177917.4642	3427.2562	CAL
113	8503799.494	177921.49	3427.3126	CAL
114	8503798.84	177922.0671	3427.381	CAL
115	8503794.423	177926.6056	3427.0188	CAL
116	8503805.279	177917.428	3427.2837	SEM
117	8503791.805	177922.0564	3427.4321	SEM
118	8503799.1	177921.5514	3427.4105	PT
119	8503810.094	177932.0314	3426.6498	PT
120	8503820.521	177961.6244	3425.4808	PT
121	8503834.269	177989.3078	3424.3719	PT
122	8503841.649	178019.7698	3423.3512	PT
123	8503851.799	178048.6148	3422.3448	PTT
124	8503862.691	178079.4216	3421.4065	PTT
125	8503872.744	178107.8766	3420.5173	PTT
126	8503904.411	178197.7739	3417.4257	PTT
127	8503914.689	178226.708	3416.4103	PTT
128	8503917.022	178230.8811	3416.2625	PC
129	8503901.162	178232.2683	3416.2981	PC
130	8503891.041	178182.5604	3418.1696	PC



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
131	8503891.043	178182.5672	3418.1698	PT
132	8503870.681	178124.7055	3420.1853	PT
133	8503860.648	178096.0828	3421.1404	PT
134	8503850.262	178066.4919	3422.1328	PT
135	8503829.519	178007.4853	3424.1095	PT
136	8503819.249	177978.2793	3425.1236	PT
137	8503809.005	177949.0611	3426.309	PT
138	8503796.965	177936.7496	3426.6404	PT
139	8503807.285	177966.3944	3425.2977	PT
140	8503817.505	177995.5125	3424.2461	PT
141	8503827.755	178024.7398	3423.2473	PT
142	8503838.058	178053.6964	3422.244	PT
143	8503848.735	178084.3964	3421.2562	PT
144	8503859.023	178112.6889	3420.2784	PT
145	8503798.485	177901.6147	3428.0441	CAL
146	8503784.735	177901.0211	3428.2248	CAL
147	8503787.275	177886.6369	3428.7766	CAL
148	8503792.401	177884.3245	3428.6229	CAL
149	8503800.175	177923.4597	3427.2861	CAL
150	8503907.535	178251.5544	3416.0246	PT.
151	8503897.26	178232.6944	3416.5654	ESQ
152	8503896.384	178234.9522	3416.6351	ESQ
153	8503917.725	178227.8029	3416.6148	ESQ
154	8503920.552	178229.0933	3416.5549	ESQ
155	8503927.458	178249.1435	3416.0953	ESQ
156	8503926.261	178251.491	3416.0216	ESQ
157	8503905.925	178254.7691	3416.1115	ESQ
158	8503904.234	178254.0285	3416.1317	ESQ
159	8503916.599	178255.5394	3416.0224	CAL
160	8503909.098	178252.9945	3416.002	CAL
161	8503922.334	178251.0002	3415.8903	CAL
162	8503929.075	178266.0202	3415.2481	PT
163	8503941.845	178298.2428	3414.0055	PT
164	8503953.378	178327.3903	3412.8333	PT



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
165	8503962.793	178351.1868	3411.9891	PT
166	8503974.299	178378.4435	3410.9193	PTT
167	8503984.693	178406.2272	3410.1268	PT
168	8503995.733	178434.1772	3408.4609	PT
169	8504006.839	178462.1997	3407.4485	PT
170	8504016.859	178487.2789	3406.7343	PT
171	8504023.711	178506.3859	3406.9671	SEM
172	8504023.845	178504.9888	3406.9858	PC
173	8504022.567	178500.7442	3407.1135	PC
174	8504016.861	178506.3556	3407.2718	PT
175	8504005.299	178477.3126	3408.1082	PT
176	8503994.782	178450.7864	3408.8823	PT
177	8503983.621	178422.7348	3409.7602	PT
178	8503972.617	178394.9477	3410.6883	PT
179	8503961.703	178367.4332	3411.6834	PT
180	8503951.53	178341.7892	3412.7136	PT
181	8503941.058	178315.3764	3413.7619	PT
182	8503928.881	178284.7323	3414.9371	PT
183	8503916.85	178254.8536	3416.0885	PT
184	8503916.685	178254.257	3416.0448	D
185	8503914.925	178271.0228	3415.2672	PT
186	8503990.322	178406.3067	3409.9901	PT.
187	8504012.04	178513.8442	3406.9322	SEM
188	8504002.928	178492.3123	3411.3258	PT
189	8503993.449	178467.316	3408.2405	PT
190	8503982.48	178439.1555	3409.1057	PT
191	8503971.596	178411.1728	3410.0152	PT
192	8503960.934	178383.5327	3410.9642	PT
193	8503950.108	178355.7573	3411.9587	PT
194	8503940.828	178331.8306	3412.9379	PT
195	8503929.484	178302.6119	3414.0414	PT
196	8503980.819	178413.3555	3409.9396	CAL
197	8503974.073	178414.7626	3409.7442	CAL
198	8503985.434	178408.8848	3409.8501	CAL



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACION N°1				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
Fecha:				
N° DE PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DENOMINACIÓN
199	8503962.35	178367.9992	3411.6055	CAL
200	182.9601	3.8217	3439.55	cal
201	8503683.421	177619.2432	3439.55	cal
202	8503687.348	177617.6648	3439.56	cal
203	8503698.599	177613.6672	3438.6	cal
204	8503696.352	177656.7223	3437.52	l
205	8503685.638	177625.6321	3439.5	INT
206	8503684.438	177628.4065	3439.84	ESQ
207	8503670.906	177634.157	3439.96	INT
208	8503676.124	177646.4822	3439.92	INT
209	8503690.699	177640.312	3439.82	ESQ
210	8503716.236	177649.9283	3437.52	l
211	8503761.15	177829.8118	3430.52	cal
212	8503772.561	177826.1016	3426.52	cal
213	8503833.358	178039.647	3423.22	cal
214	8503846.746	178035.2677	3423.24	cal
215	8503873.652	178153.0991	3420.15	cal
216	8503885.967	178148.2713	3420.26	cal
217	8503884.394	178184.6349	3418.04	pt
218	8503951.981	178371.4322	3411.97	l
219	8503955.959	178369.6181	3411.66	cal
220	8503967.452	178364.5877	3411.95	cal
221	8503970.787	178362.9877	3411.98	ESQ
222	8504016.996	178534.8704	3406.12	ESQ
223	8503880.264	178241.4444	3416.48	INT
224	8503884.34	178261.4673	3417.14	INT
225	8503942.147	178224.8313	3416.35	INT
226	8503944.251	178245.2565	3416.45	INT
227	8503979.49	178359.3029	3411.99	INT
228	8503972.132	178376.2848	3410.12	PARQ
229	8503981.289	178373.3974	3412.95	PARQ
230	8504019.798	178494.0087	3407.67	PARQ
231	8504025.879	178492.9097	3407.46	PARQ

Fuente: Elaboración propia



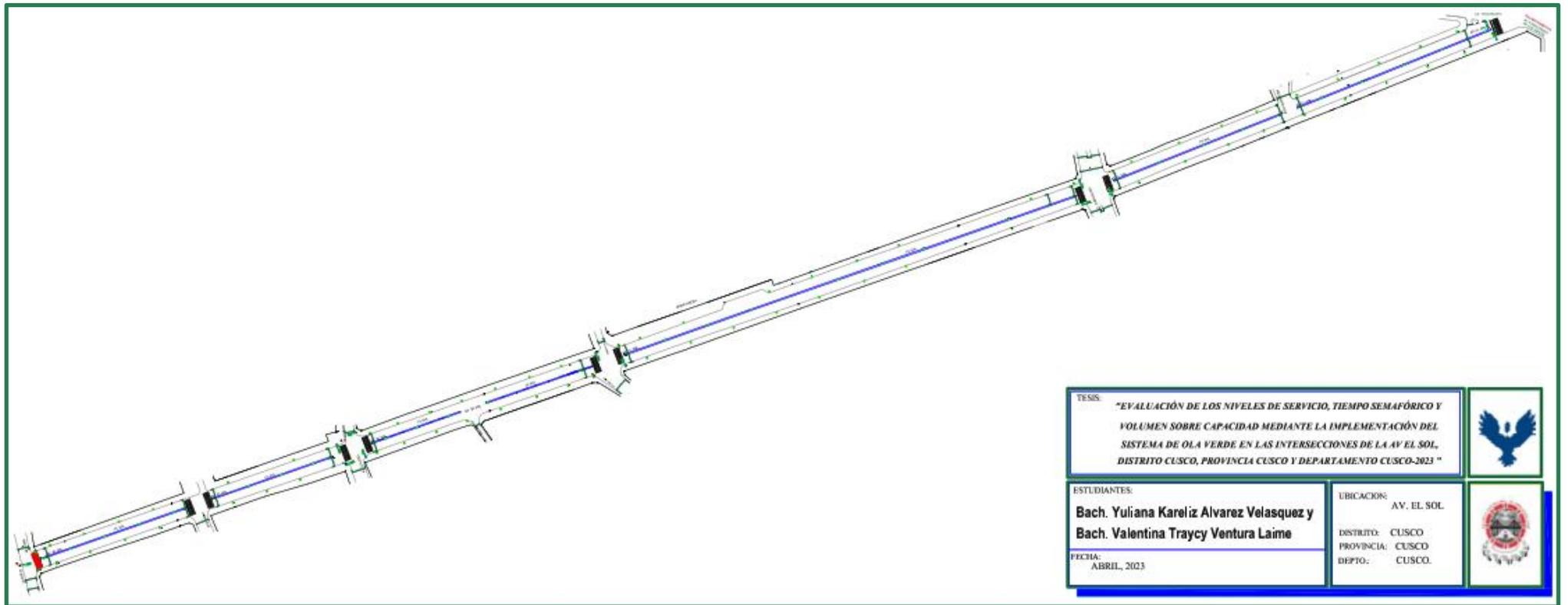
Figura N° 111. Plano catastral de la Av. El Sol



Fuente: Municipalidad Distrital del Cusco



Figura N° 112. Levantamiento planimétrico de la Av. El Sol



Fuente: Software Civil 3D



Anexo N°2: Aforo semanal

Tabla N° 94. Aforo vehicular - lunes

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laimé			
Elemento:	AFORO LUNES			
Fecha:	06/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	67	79	146	146
06:15 - 06:30	74	76	150	150
06:30 - 06:45	96	86	182	182
06:45 - 07:00	108	83	191	669
07:00 - 07:15	141	127	268	791
07:15 - 07:30	139	135	274	915
07:30 - 07:45	169	124	293	1026
07:45 - 08:00	221	157	378	1213
08:00 - 08:15	217	169	386	1331
08:15 - 08:30	188	145	333	1390
08:30 - 08:45	195	161	356	1453
08:45 - 09:00	197	176	373	1448
09:00 - 09:15	242	172	414	1476
09:15 - 09:30	243	185	428	1571
09:30 - 09:45	230	178	408	1623
09:45 - 10:00	259	195	454	1704
10:00 - 10:15	249	217	466	1756
10:15 - 10:30	262	211	473	1801
10:30 - 10:45	254	192	446	1839
10:45 - 11:00	236	253	489	1874
11:00 - 11:15	256	220	476	1884
11:15 - 11:30	253	219	472	1883
11:30 - 11:45	256	232	488	1925



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO LUNES			
Fecha:	06/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
11:45 - 12:00	292	226	518	1954
12:00 - 12:15	235	238	473	1951
12:15 - 12:30	277	232	509	1988
12:30 - 12:45	245	233	478	1978
12:45 - 13:00	233	258	491	1951
13:00 - 13:15	233	250	483	1961
13:15 - 13:30	230	225	455	1907
13:30 - 13:45	216	221	437	1866
13:45 - 14:00	212	201	413	1788
14:00 - 14:15	193	206	399	1704
14:15 - 14:30	224	172	396	1645
14:30 - 14:45	222	190	412	1620
14:45 - 15:00	222	191	413	1620
15:00 - 15:15	222	227	449	1670
15:15 - 15:30	257	237	494	1768
15:30 - 15:45	227	233	460	1816
15:45 - 16:00	259	215	474	1877
16:00 - 16:15	260	203	463	1891
16:15 - 16:30	258	210	468	1865
16:30 - 16:45	256	219	475	1880
16:45 - 17:00	249	248	497	1903
17:00 - 17:15	223	236	459	1899
17:15 - 17:30	250	236	486	1917
17:30 - 17:45	257	235	492	1934
17:45 - 18:00	233	216	449	1886
18:00 - 18:15	262	232	494	1921



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO LUNES			
Fecha:	06/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
18:15 - 18:30	228	244	472	1907
18:30 - 18:45	225	272	497	1912
18:45 - 19:00	258	277	535	1998
19:00 - 19:15	221	259	480	1984
19:15 - 19:30	233	187	420	1932
19:30 - 19:45	225	208	433	1868
19:45 - 20:00	233	229	462	1795
20:00 - 20:15	157	218	375	1690
20:15 - 20:30	193	186	379	1649
20:30 - 20:45	148	160	308	1524
20:45 - 21:00	172	162	334	1396
21:00 - 21:15	152	195	347	1368
21:15 - 21:30	139	173	312	1301
21:30 - 21:45	110	140	250	1243
21:45 - 22:00	122	137	259	1168
	13615	12629		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 95. Aforo vehicular - martes

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO MARTES			
Fecha:	07/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	61	67	128	128
06:15 - 06:30	85	76	161	161
06:30 - 06:45	87	106	193	193
06:45 - 07:00	108	123	231	713
07:00 - 07:15	141	104	245	830
07:15 - 07:30	152	129	281	950
07:30 - 07:45	156	127	283	1040
07:45 - 08:00	232	149	381	1190
08:00 - 08:15	205	158	363	1308
08:15 - 08:30	187	145	332	1359
08:30 - 08:45	194	169	363	1439
08:45 - 09:00	209	161	370	1428
09:00 - 09:15	207	218	425	1490
09:15 - 09:30	260	215	475	1633
09:30 - 09:45	219	222	441	1711
09:45 - 10:00	269	214	483	1824
10:00 - 10:15	224	239	463	1862
10:15 - 10:30	242	227	469	1856
10:30 - 10:45	239	234	473	1888
10:45 - 11:00	269	231	500	1905
11:00 - 11:15	263	261	524	1966
11:15 - 11:30	329	230	559	2056
11:30 - 11:45	268	254	522	2105
11:45 - 12:00	267	227	494	2099
12:00 - 12:15	235	228	463	2038
12:15 - 12:30	261	231	492	1971



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO MARTES			
Fecha:	07/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
12:30 - 12:45	252	239	491	1940
12:45 - 13:00	225	217	442	1888
13:00 - 13:15	228	220	448	1873
13:15 - 13:30	232	187	419	1800
13:30 - 13:45	184	240	424	1733
13:45 - 14:00	188	218	406	1697
14:00 - 14:15	207	200	407	1656
14:15 - 14:30	220	188	408	1645
14:30 - 14:45	228	208	436	1657
14:45 - 15:00	222	192	414	1665
15:00 - 15:15	231	217	448	1706
15:15 - 15:30	247	230	477	1775
15:30 - 15:45	196	237	433	1772
15:45 - 16:00	249	227	476	1834
16:00 - 16:15	275	200	475	1861
16:15 - 16:30	246	223	469	1853
16:30 - 16:45	234	230	464	1884
16:45 - 17:00	277	227	504	1912
17:00 - 17:15	224	248	472	1909
17:15 - 17:30	238	227	465	1905
17:30 - 17:45	254	219	473	1914
17:45 - 18:00	241	232	473	1883
18:00 - 18:15	244	230	474	1885
18:15 - 18:30	265	224	489	1909
18:30 - 18:45	228	237	465	1901
18:45 - 19:00	257	210	467	1895
19:00 - 19:15	225	213	438	1859
19:15 - 19:30	212	210	422	1792



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO MARTES			
Fecha:	07/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
19:30 - 19:45	206	214	420	1747
19:45 - 20:00	237	210	447	1727
20:00 - 20:15	158	187	345	1634
20:15 - 20:30	189	173	362	1574
20:30 - 20:45	144	179	323	1477
20:45 - 21:00	183	167	350	1380
21:00 - 21:15	122	168	290	1325
21:15 - 21:30	138	156	294	1257
21:30 - 21:45	119	130	249	1183
21:45 - 22:00	112	127	239	1072
	13506	12606		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 96. Aforo vehicular – miércoles

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO MIERCOLES			
Fecha:	08/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	51	74	125	125
06:15 - 06:30	72	85	157	157
06:30 - 06:45	95	116	211	211
06:45 - 07:00	119	131	250	743
07:00 - 07:15	169	117	286	904
07:15 - 07:30	159	111	270	1017
07:30 - 07:45	165	146	311	1117
07:45 - 08:00	221	151	372	1239
08:00 - 08:15	193	144	337	1290
08:15 - 08:30	219	155	374	1394
08:30 - 08:45	194	154	348	1431
08:45 - 09:00	203	176	379	1438
09:00 - 09:15	227	167	394	1495
09:15 - 09:30	226	192	418	1539
09:30 - 09:45	216	197	413	1604
09:45 - 10:00	243	208	451	1676
10:00 - 10:15	263	211	474	1756
10:15 - 10:30	243	192	435	1773
10:30 - 10:45	245	228	473	1833
10:45 - 11:00	254	268	522	1904
11:00 - 11:15	264	227	491	1921
11:15 - 11:30	231	245	476	1962
11:30 - 11:45	249	254	503	1992
11:45 - 12:00	256	243	499	1969
12:00 - 12:15	252	242	494	1972
12:15 - 12:30	264	240	504	2000
12:30 - 12:45	247	238	485	1982



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO MIERCOLES			
Fecha:	08/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
12:45 - 13:00	233	234	467	1950
13:00 - 13:15	198	250	448	1904
13:15 - 13:30	236	231	467	1867
13:30 - 13:45	190	232	422	1804
13:45 - 14:00	208	225	433	1770
14:00 - 14:15	204	197	401	1723
14:15 - 14:30	227	210	437	1693
14:30 - 14:45	191	201	392	1663
14:45 - 15:00	236	222	458	1688
15:00 - 15:15	212	234	446	1733
15:15 - 15:30	236	227	463	1759
15:30 - 15:45	215	231	446	1813
15:45 - 16:00	230	206	436	1791
16:00 - 16:15	265	248	513	1858
16:15 - 16:30	255	249	504	1899
16:30 - 16:45	237	249	486	1939
16:45 - 17:00	289	202	491	1994
17:00 - 17:15	246	250	496	1977
17:15 - 17:30	239	232	471	1944
17:30 - 17:45	242	264	506	1964
17:45 - 18:00	256	236	492	1965
18:00 - 18:15	253	242	495	1964
18:15 - 18:30	273	245	518	2011
18:30 - 18:45	208	208	416	1921
18:45 - 19:00	263	248	511	1940
19:00 - 19:15	244	232	476	1921
19:15 - 19:30	237	206	443	1846
19:30 - 19:45	217	225	442	1872



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO MIERCOLES			
Fecha:	08/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
19:45 - 20:00	223	207	430	1791
20:00 - 20:15	184	220	404	1719
20:15 - 20:30	206	196	402	1678
20:30 - 20:45	166	197	363	1599
20:45 - 21:00	177	180	357	1526
21:00 - 21:15	146	173	319	1441
21:15 - 21:30	151	172	323	1362
21:30 - 21:45	133	132	265	1264
21:45 - 22:00	107	126	233	1140
	13573	12951		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 97. Aforo vehicular – jueves

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO JUEVES			
Fecha:	09/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	65	70	135	135
06:15 - 06:30	89	91	180	180
06:30 - 06:45	75	84	159	159
06:45 - 07:00	99	103	202	676
07:00 - 07:15	135	121	256	797
07:15 - 07:30	138	133	271	888
07:30 - 07:45	156	128	284	1013
07:45 - 08:00	213	177	390	1201
08:00 - 08:15	181	153	334	1279
08:15 - 08:30	177	144	321	1329
08:30 - 08:45	169	148	317	1362
08:45 - 09:00	206	172	378	1350
09:00 - 09:15	220	156	376	1392
09:15 - 09:30	215	170	385	1456
09:30 - 09:45	205	204	409	1548
09:45 - 10:00	227	196	423	1593
10:00 - 10:15	221	200	421	1638
10:15 - 10:30	243	202	445	1698
10:30 - 10:45	241	209	450	1739
10:45 - 11:00	271	216	487	1803
11:00 - 11:15	246	240	486	1868
11:15 - 11:30	246	225	471	1894
11:30 - 11:45	255	201	456	1900
11:45 - 12:00	262	222	484	1897
12:00 - 12:15	229	256	485	1896
12:15 - 12:30	245	220	465	1890



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO JUEVES			
Fecha:	09/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
12:30 - 12:45	223	238	461	1895
12:45 - 13:00	226	255	481	1892
13:00 - 13:15	155	234	389	1796
13:15 - 13:30	222	204	426	1757
13:30 - 13:45	212	217	429	1725
13:45 - 14:00	216	233	449	1693
14:00 - 14:15	213	229	442	1746
14:15 - 14:30	234	205	439	1759
14:30 - 14:45	194	205	399	1729
14:45 - 15:00	239	220	459	1739
15:00 - 15:15	226	212	438	1735
15:15 - 15:30	257	221	478	1774
15:30 - 15:45	216	194	410	1785
15:45 - 16:00	265	207	472	1798
16:00 - 16:15	247	213	460	1820
16:15 - 16:30	267	212	479	1821
16:30 - 16:45	235	213	448	1859
16:45 - 17:00	217	217	434	1821
17:00 - 17:15	224	247	471	1832
17:15 - 17:30	240	220	460	1813
17:30 - 17:45	242	234	476	1841
17:45 - 18:00	238	234	472	1879
18:00 - 18:15	260	217	477	1885
18:15 - 18:30	261	246	507	1932
18:30 - 18:45	207	206	413	1869
18:45 - 19:00	277	239	516	1913
19:00 - 19:15	244	229	473	1909



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO JUEVES			
Fecha:	09/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
19:15 - 19:30	249	212	461	1863
19:30 - 19:45	227	223	450	1900
19:45 - 20:00	222	215	437	1821
20:00 - 20:15	185	173	358	1706
20:15 - 20:30	201	197	398	1643
20:30 - 20:45	179	188	367	1560
20:45 - 21:00	189	161	350	1473
21:00 - 21:15	160	204	364	1479
21:15 - 21:30	167	179	346	1427
21:30 - 21:45	126	208	334	1394
21:45 - 22:00	141	163	304	1348
	13332	12565		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 98. Aforo vehicular – viernes

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesis:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO VIERNES			
Fecha:	10/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	71	77	148	148
06:15 - 06:30	72	83	155	155
06:30 - 06:45	79	94	173	173
06:45 - 07:00	125	113	238	714
07:00 - 07:15	154	127	281	847
07:15 - 07:30	159	115	274	966
07:30 - 07:45	174	137	311	1104
07:45 - 08:00	191	162	353	1219
08:00 - 08:15	235	172	407	1345
08:15 - 08:30	198	146	344	1415
08:30 - 08:45	229	183	412	1516
08:45 - 09:00	228	179	407	1570
09:00 - 09:15	258	161	419	1582
09:15 - 09:30	240	173	413	1651
09:30 - 09:45	216	202	418	1657
09:45 - 10:00	241	202	443	1693
10:00 - 10:15	250	220	470	1744
10:15 - 10:30	289	196	485	1816
10:30 - 10:45	255	231	486	1884
10:45 - 11:00	267	215	482	1923
11:00 - 11:15	246	238	484	1937
11:15 - 11:30	261	227	488	1940
11:30 - 11:45	264	253	517	1971
11:45 - 12:00	267	206	473	1962



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO VIERNES			
Fecha:	10/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
12:00 - 12:15	287	254	541	2019
12:15 - 12:30	270	234	504	2035
12:30 - 12:45	237	213	450	1968
12:45 - 13:00	237	215	452	1947
13:00 - 13:15	228	241	469	1875
13:15 - 13:30	228	178	406	1777
13:30 - 13:45	241	236	477	1804
13:45 - 14:00	214	231	445	1797
14:00 - 14:15	214	246	460	1788
14:15 - 14:30	199	230	429	1811
14:30 - 14:45	220	219	439	1773
14:45 - 15:00	220	189	409	1737
15:00 - 15:15	226	224	450	1727
15:15 - 15:30	225	195	420	1718
15:30 - 15:45	257	247	504	1783
15:45 - 16:00	211	226	437	1811
16:00 - 16:15	294	211	505	1866
16:15 - 16:30	250	239	489	1935
16:30 - 16:45	281	245	526	1957
16:45 - 17:00	254	249	503	2023
17:00 - 17:15	266	292	558	2076
17:15 - 17:30	259	261	520	2107
17:30 - 17:45	264	290	554	2135
17:45 - 18:00	289	251	540	2172
18:00 - 18:15	282	288	570	2184
18:15 - 18:30	228	239	467	2131



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO VIERNES			
Fecha:	10/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
18:30 - 18:45	262	295	557	2134
18:45 - 19:00	272	241	513	2107
19:00 - 19:15	245	237	482	2019
19:15 - 19:30	244	199	443	1995
19:30 - 19:45	219	222	441	1879
19:45 - 20:00	237	212	449	1815
20:00 - 20:15	222	211	433	1766
20:15 - 20:30	183	179	362	1685
20:30 - 20:45	197	223	420	1664
20:45 - 21:00	187	191	378	1593
21:00 - 21:15	195	232	427	1587
21:15 - 21:30	190	219	409	1634
21:30 - 21:45	167	193	360	1574
21:45 - 22:00	156	178	334	1530
	14326	13287		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 99. Aforo vehicular – sábado

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO SÁBADO			
Fecha:	11/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	73	106	179	179
06:15 - 06:30	90	116	206	206
06:30 - 06:45	101	96	197	197
06:45 - 07:00	128	125	253	835
07:00 - 07:15	135	126	261	917
07:15 - 07:30	127	125	252	963
07:30 - 07:45	131	123	254	1020
07:45 - 08:00	148	145	293	1060
08:00 - 08:15	176	147	323	1122
08:15 - 08:30	149	154	303	1173
08:30 - 08:45	176	165	341	1260
08:45 - 09:00	187	154	341	1308
09:00 - 09:15	245	186	431	1416
09:15 - 09:30	199	181	380	1493
09:30 - 09:45	223	150	373	1525
09:45 - 10:00	227	181	408	1592
10:00 - 10:15	208	178	386	1547
10:15 - 10:30	224	192	416	1583
10:30 - 10:45	236	213	449	1659
10:45 - 11:00	254	190	444	1695
11:00 - 11:15	277	237	514	1823
11:15 - 11:30	257	227	484	1891
11:30 - 11:45	268	242	510	1952
11:45 - 12:00	233	257	490	1998
12:00 - 12:15	290	241	531	2015
12:15 - 12:30	273	235	508	2039



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO SÁBADO			
Fecha:	11/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
12:30 - 12:45	257	218	475	2004
12:45 - 13:00	238	227	465	1979
13:00 - 13:15	239	261	500	1948
13:15 - 13:30	232	213	445	1885
13:30 - 13:45	233	187	420	1830
13:45 - 14:00	224	210	434	1799
14:00 - 14:15	209	204	413	1712
14:15 - 14:30	199	186	385	1652
14:30 - 14:45	213	237	450	1682
14:45 - 15:00	198	180	378	1626
15:00 - 15:15	210	177	387	1600
15:15 - 15:30	199	200	399	1614
15:30 - 15:45	194	187	381	1545
15:45 - 16:00	217	198	415	1582
16:00 - 16:15	223	247	470	1665
16:15 - 16:30	200	201	401	1667
16:30 - 16:45	216	187	403	1689
16:45 - 17:00	228	199	427	1701
17:00 - 17:15	218	255	473	1704
17:15 - 17:30	232	225	457	1760
17:30 - 17:45	253	167	420	1777
17:45 - 18:00	243	245	488	1838
18:00 - 18:15	283	228	511	1876
18:15 - 18:30	236	209	445	1864
18:30 - 18:45	255	234	489	1933
18:45 - 19:00	250	202	452	1897
19:00 - 19:15	243	225	468	1854
19:15 - 19:30	255	242	497	1906



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO SÁBADO			
Fecha:	11/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
19:30 - 19:45	238	218	456	1873
19:45 - 20:00	232	216	448	1869
20:00 - 20:15	223	190	413	1814
20:15 - 20:30	246	174	420	1737
20:30 - 20:45	205	208	413	1694
20:45 - 21:00	237	164	401	1647
21:00 - 21:15	206	204	410	1644
21:15 - 21:30	212	194	406	1630
21:30 - 21:45	205	184	389	1606
21:45 - 22:00	216	169	385	1590
	13652	12364		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 100. Aforo vehicular - domingo

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO DOMINGO			
Fecha:	12/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
06:00 - 06:15	86	109	195	195
06:15 - 06:30	88	115	203	203
06:30 - 06:45	101	108	209	209
06:45 - 07:00	101	91	192	799
07:00 - 07:15	127	98	225	829
07:15 - 07:30	113	98	211	837
07:30 - 07:45	104	109	213	841
07:45 - 08:00	109	110	219	868
08:00 - 08:15	132	139	271	914
08:15 - 08:30	117	121	238	941
08:30 - 08:45	120	113	233	961
08:45 - 09:00	148	122	270	1012
09:00 - 09:15	153	159	312	1053
09:15 - 09:30	146	126	272	1087
09:30 - 09:45	173	161	334	1188
09:45 - 10:00	178	142	320	1238
10:00 - 10:15	208	153	361	1287
10:15 - 10:30	211	122	333	1348
10:30 - 10:45	233	146	379	1393
10:45 - 11:00	232	138	370	1443
11:00 - 11:15	253	141	394	1476
11:15 - 11:30	239	143	382	1525
11:30 - 11:45	289	154	443	1589
11:45 - 12:00	152	145	297	1516
12:00 - 12:15	231	130	361	1483
12:15 - 12:30	144	143	287	1388
12:30 - 12:45	184	163	347	1292



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO 				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez			
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO DOMINGO			
Fecha:	12/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
12:45 - 13:00	131	165	296	1291
13:00 - 13:15	162	126	288	1218
13:15 - 13:30	188	130	318	1249
13:30 - 13:45	174	139	313	1215
13:45 - 14:00	213	152	365	1284
14:00 - 14:15	219	156	375	1371
14:15 - 14:30	212	159	371	1424
14:30 - 14:45	215	161	376	1487
14:45 - 15:00	197	159	356	1478
15:00 - 15:15	225	163	388	1491
15:15 - 15:30	208	140	348	1468
15:30 - 15:45	213	167	380	1472
15:45 - 16:00	207	166	373	1489
16:00 - 16:15	210	174	384	1485
16:15 - 16:30	218	146	364	1501
16:30 - 16:45	211	174	385	1506
16:45 - 17:00	197	165	362	1495
17:00 - 17:15	200	150	350	1461
17:15 - 17:30	198	196	394	1491
17:30 - 17:45	224	176	400	1506
17:45 - 18:00	230	178	408	1552
18:00 - 18:15	245	217	462	1664
18:15 - 18:30	189	180	369	1639
18:30 - 18:45	163	158	321	1560
18:45 - 19:00	154	144	298	1450
19:00 - 19:15	150	135	285	1273
19:15 - 19:30	141	128	269	1173
19:30 - 19:45	139	132	271	1123



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
FICHA DE OBSERVACIÓN N°2				
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023			
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime			
Elemento:	AFORO DOMINGO			
Fecha:	12/03/2023			
Hora	ACCESO SURESTE	ACCESO NOROESTE	TOTAL, X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
19:45 - 20:00	119	120	239	1064
20:00 - 20:15	120	126	246	1025
20:15 - 20:30	121	119	240	996
20:30 - 20:45	113	106	219	944
20:45 - 21:00	120	114	234	939
21:00 - 21:15	110	122	232	925
21:15 - 21:30	106	112	218	903
21:30 - 21:45	104	109	213	897
21:45 - 22:00	100	113	213	876
	10818	8976		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°3: Aforo vehicular en hora punta

Tabla N° 101. Intersección 1 - aforo vehicular clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																					
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																					
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																					
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																				
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																				
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																				
Intersección:	AV. EL SOL / MANTAS																				
Fecha:	14/04/2023																				
Aproximación:	SE-NE MANTAS																				
HORAS DE CONTROL	Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehículos Menores			TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	AUTO PART.	COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES				TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			
17:15-17:30	88	54	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7	5	161	675	
17:30-17:45	101	50	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	164		
17:45-18:00	97	56	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	3	172		
18:00-18:15	95	61	4	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	14	1	178		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 102. Intersección 1 – aforo vehicular clasificado (NE-NO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV.EL SOL. CUSCO-2023								
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)								
Intersección:	AV. EL SOL / MANTAS								
Fecha:	14/04/2023								
Aproximación:	NE-NO AV. EL SOL								
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.	COMBIS	MICROBUS	BUS	CAMION 2 EJES	TRAYLER	MOTOS/BICICLETAS	TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
17:15-17:30	59 77	2 5			2 1		7 6	159	613
17:30-17:45	83 76	2 3			2 1		1 8	176	
17:45-18:00	61 80	1 0			0 0		2 4	148	
18:00-18:15	52 62	5 1			0 0		4 6	130	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 103. Intersección 1 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV.EL SOL. CUSCO-2023								
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)								
Intersección:	AV. EL SOL / MANTAS								
Fecha:	14/04/2023								
Aproximación:	SO-SE AV. EL SOL								
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.	COMBIS	MICROBUS	BUS	CAMION 2 EJES	TRAYLER	MOTOS/BICICLETAS	TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
17:15-17:30	90	1	0	0	0		8	99	454
17:30-17:45	94	14	0	0	0		1	109	
17:45-18:00	92	12	0	1	1		8	114	
18:00-18:15	113	11	0	1	1		6	132	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 104. Intersección 2 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																																		
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																																		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																		
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																		
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																																	
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																																	
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																	
Intersección:	AV. EL SOL / ALMAGRO																																	
Fecha:	14/04/2023																																	
Aproximación:	NO-SO ALMAGRO																																	
	Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																					
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13		
17:15-17:30	131	16			4	0			0	0			0	0			1	0							9	5			166	725				
17:30-17:45	147	21			14	0			0	0			0	0			2	0							2	1			187					
17:45-18:00	141	17			11	2			0	0			0	0			1	0							8	2			182					
18:00-18:15	154	13			15	0			0	0			0	0			1	0							7	0			190					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 105. Intersección 2 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																																		
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																																		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																		
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																		
Tesis:	EVALUACION DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																																	
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																																	
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																	
Intersección:	AV. EL SOL / ALMAGRO																																	
Fecha:	14/04/2023																																	
Aproximación:	SE-NE ALMAGRO																																	
	Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																					
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23		
17:15-17:30	92	147			5	5			14	0			0	0			3	4							1	12			283	1139				
17:30-17:45	95	141			4	0			15	0			0	0			0	0							5	11			271					
17:45-18:00	100	156			1	8			18	0			1	0			1	1							5	9			300					
18:00-18:15	90	151			3	5			14	1			0	0			0	2							4	15			285					

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 106. Intersección 2 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																		
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																		
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																																	
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																																	
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																	
Intersección:	AV. EL SOL / ALMAGRO																																	
Fecha:	14/04/2023																																	
Aproximación:	SO-SE AV. EL SOL																																	
	Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																					
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL	SUMA				
	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	X 1/4 HORA	HORARIA
17:15-17:30	1		18				0																				0	2					21	76
17:30-17:45	1		23				0																				1	1					26	
17:45-18:00	0		15				0																				0	0					15	
18:00-18:15	1		11				1																				0	1					14	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 107. Intersección 3 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																						
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																																					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																																					
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																					
Intersección:	AV. EL SOL / AYACUCHO																																					
Fecha:	14/04/2023																																					
Aproximación:	NO-SO AYACUCHO																																					
	Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																									
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETA				TOTAL	SUMA								
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA				
17:15-17:30	0	135	14		0	6	0		0	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0	0	10	1					166	721
17:30-17:45	1	148	20		1	13	0		0	0			0	0			2	1			0	0			0	0	3	0					189					
17:45-18:00	0	141	17		0	12	0		0	0			1	0			1	0			0	0			0	0	10	0					182					
18:00-18:15	0	147	13		0	14	0		0	0			1	0			1	0			0	0			0	0	8	0					184					

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 108. Intersección 3 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACION DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACION VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AYACUCHO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	SE-NE MARURI																													
		Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehiculos Menores																
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.			COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES			TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			TOTAL	SUMA							
	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	X 1/4 HORA	HORARIA				
17:15-17:30	179	22			9	0			16	0			0	0			5	0			0	0			0	10	1		242	890
17:30-17:45	146	18			3	0			13	0			0	0			1	0			0	0			0	7	0		188	
17:45-18:00	199	13			8	0			16	0			0	0			1	0			0	0			1	8	0		246	
18:00-18:15	165	16			9	0			11	0			0	0			1	0			0	0			0	11	1		214	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 109. Intersección 3 – Aforo Vehicular Clasificado (NE-NO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACION DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACION VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AYACUCHO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	NE-NO AV. EL SOL																													
		Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehiculos Menores																
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.			COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES			TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			TOTAL	SUMA							
	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	X 1/4 HORA	HORARIA				
17:15-17:30	1	30	50		1	1			23	0			0	0			0	0			0	0			5	3			114	488
17:30-17:45	0	40	63		1	0			22	0			0	0			0	0			5	8			139					
17:45-18:00	0	28	59		0	1			17	0			0	0			2	1			0	0			2	4			114	
18:00-18:15	0	22	66		1	1			21	1			0	0			0	0			1	8			121					

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 110. Intersección 3 – Aforo Vehicular Clasificado (SO-SE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AYACUCHO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	SO-SE AV. EL SOL																													
HORAS DE CONTROL	Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehiculos Menores				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA								
	AUTO PART.		COMBIS		MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES		TRAYLER		MOTOS/BICICLETAS													
	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43		
17:15-17:30	15	51	49		0	2	1		0	24	12		0	0	0		1	0	1		0	0	0		0	2	1		159	584
17:30-17:45	11	59	48		0	0	0		0	30	7		0	0	0		0	0	1		0	0	0		1	4	0		161	
17:45-18:00	14	44	34		0	1	1		0	16	5		0	0	0		0	0	0		0	0	0		2	4	2		123	
18:00-18:15	7	46	35		1	1	1		0	30	8		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	11	1		141	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 111. Intersección 4 – Aforo Vehicular Clasificado (NO-SO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / ALMAGRO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	NO-SO C. PULUCHAPATA																													
HORAS DE CONTROL	Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehiculos Menores				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA								
	AUTO PART.		COMBIS		MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES		TRAYLER		MOTOS/BICICLETAS													
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13		
17:15-17:30		184				2				12				0				1								11			210	855
17:30-17:45		196				13				7				0				3								3			222	
17:45-18:00		175				13				5				1				1								12			207	
18:00-18:15		182				15				8				1				1								9			216	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 112. Intersección 4 – Aforo Vehicular Clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																																																																																															
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																																																																																																																																																																																			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL. CUSCO-2023																																																																																																																																																																																																		
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																																																																																																																																																																																																		
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																																																																																																																																																																																		
Intersección:	AV. EL SOL / ALMAGRO																																																																																																																																																																																																		
Fecha:	14/04/2023																																																																																																																																																																																																		
Aproximación:	SE-NE C. PULUCHAPATA																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Transporte Lívianos</th> <th colspan="4">Transporte Urbano</th> <th colspan="4">Transporte de Carga</th> <th colspan="4">Vehículos Menores</th> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <th>AUTO PART.</th> <th colspan="3">COMBIS</th> <th colspan="3">MICROBUS</th> <th colspan="3">BUS</th> <th colspan="3">CAMION 2 EJES</th> <th colspan="3">TRAYLER</th> <th colspan="3">MOTOS/BICICLETAS</th> <th>TOTAL</th> <th>SUMA</th> </tr> <tr> <th>CONTROL</th> <th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th> <th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th> <th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th> <th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th> <th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th> <th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th> <th>X 1/4 HORA</th> <th>HORARIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17:15-17:30</td> <td>168</td><td></td><td></td><td></td> <td>15</td><td></td><td></td><td></td> <td>15</td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td><td></td><td></td><td></td> <td>6</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>11</td><td></td><td></td><td></td> <td>215</td> <td rowspan="4">873</td> </tr> <tr> <td>17:30-17:45</td> <td>159</td><td></td><td></td><td></td> <td>5</td><td></td><td></td><td></td> <td>13</td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td><td></td><td></td><td></td> <td>1</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>8</td><td></td><td></td><td></td> <td>186</td> </tr> <tr> <td>17:45-18:00</td> <td>233</td><td></td><td></td><td></td> <td>10</td><td></td><td></td><td></td> <td>15</td><td></td><td></td><td></td> <td>1</td><td></td><td></td><td></td> <td>1</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>8</td><td></td><td></td><td></td> <td>268</td> </tr> <tr> <td>18:00-18:15</td> <td>174</td><td></td><td></td><td></td> <td>7</td><td></td><td></td><td></td> <td>12</td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td><td></td><td></td><td></td> <td>1</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>10</td><td></td><td></td><td></td> <td>204</td> </tr> </tbody> </table>		Transporte Lívianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																AUTO PART.	COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES			TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			TOTAL	SUMA	CONTROL	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	X 1/4 HORA	HORARIA	17:15-17:30	168				15				15				0				6								11				215	873	17:30-17:45	159				5				13				0				1								8				186	17:45-18:00	233				10				15				1				1								8				268	18:00-18:15	174				7				12				0				1								10				204
Transporte Lívianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																																																																																																																																																																																										
AUTO PART.	COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES			TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			TOTAL	SUMA																																																																																																																																																																															
CONTROL	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	X 1/4 HORA	HORARIA																																																																																																																																																																									
17:15-17:30	168				15				15				0				6								11				215	873																																																																																																																																																																					
17:30-17:45	159				5				13				0				1								8				186																																																																																																																																																																						
17:45-18:00	233				10				15				1				1								8				268																																																																																																																																																																						
18:00-18:15	174				7				12				0				1								10				204																																																																																																																																																																						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 113. Intersección 5 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																																																																																											
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																																																																																																																																																																															
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL. CUSCO-2023																																																																																																																																																																																														
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																																																																																																																																																																																														
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																																																																																																																																																																														
Intersección:	AV. EL SOL / PUENTE ROSARIO																																																																																																																																																																																														
Fecha:	14/04/2023																																																																																																																																																																																														
Aproximación:	NO-SO PUENTE ROSARIO																																																																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Transporte Lívianos</th> <th colspan="4">Transporte Urbano</th> <th colspan="4">Transporte de Carga</th> <th colspan="4">Vehículos Menores</th> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <th>AUTO PART.</th> <th colspan="3">COMBIS</th> <th colspan="3">MICROBUS</th> <th colspan="3">BUS</th> <th colspan="3">CAMION 2 EJES</th> <th colspan="3">TRAYLER</th> <th colspan="3">MOTOS/BICICLETAS</th> <th>TOTAL</th> <th>SUMA</th> </tr> <tr> <th>CONTROL</th> <th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> <th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> <th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> <th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> <th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> <th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th> <th>X 1/4 HORA</th> <th>HORARIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17:15-17:30</td> <td>167</td><td>34</td><td></td><td></td> <td>5</td><td>3</td><td></td><td></td> <td>11</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>0</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>0</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>8</td><td>4</td><td></td><td></td> <td>232</td> <td rowspan="4">933</td> </tr> <tr> <td>17:30-17:45</td> <td>187</td><td>40</td><td></td><td></td> <td>14</td><td>1</td><td></td><td></td> <td>8</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>0</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>3</td><td>3</td><td></td><td></td> <td>0</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>4</td><td>1</td><td></td><td></td> <td>261</td> </tr> <tr> <td>17:45-18:00</td> <td>133</td><td>25</td><td></td><td></td> <td>9</td><td>2</td><td></td><td></td> <td>4</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>1</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>1</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>0</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>10</td><td>1</td><td></td><td></td> <td>186</td> </tr> <tr> <td>18:00-18:15</td> <td>179</td><td>33</td><td></td><td></td> <td>17</td><td>2</td><td></td><td></td> <td>8</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>1</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>2</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>0</td><td>0</td><td></td><td></td> <td>8</td><td>4</td><td></td><td></td> <td>254</td> </tr> </tbody> </table>		Transporte Lívianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																AUTO PART.	COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES			TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			TOTAL	SUMA	CONTROL	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA	17:15-17:30	167	34			5	3			11	0			0	0			0	0			8	4			232	933	17:30-17:45	187	40			14	1			8	0			0	0			3	3			0	0			4	1			261	17:45-18:00	133	25			9	2			4	0			1	0			1	0			0	0			10	1			186	18:00-18:15	179	33			17	2			8	0			1	0			2	0			0	0			8	4			254
Transporte Lívianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																																																																																																																																																																																						
AUTO PART.	COMBIS			MICROBUS			BUS			CAMION 2 EJES			TRAYLER			MOTOS/BICICLETAS			TOTAL	SUMA																																																																																																																																																																											
CONTROL	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA																																																																																																																																																																					
17:15-17:30	167	34			5	3			11	0			0	0			0	0			8	4			232	933																																																																																																																																																																					
17:30-17:45	187	40			14	1			8	0			0	0			3	3			0	0			4		1			261																																																																																																																																																																	
17:45-18:00	133	25			9	2			4	0			1	0			1	0			0	0			10		1			186																																																																																																																																																																	
18:00-18:15	179	33			17	2			8	0			1	0			2	0			0	0			8		4			254																																																																																																																																																																	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 114. Intersección 5 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																									
Tesis:														EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL - CUSCO-2023																											
Tesisistas:														Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																											
Elemento:														CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																											
Intersección:														AV. EL SOL / PUENTE ROSARIO																											
Fecha:														14/04/2023																											
Aproximación:														SE-NE ARRAYANNIYOQ																											
Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																													
AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS				TOTAL		SUMA											
HORAS DE CONTROL																								X 1/4 HORA		HORARIA															
20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23						
17:15-17:30	28	160	9	0	9	2	0	20	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	10	0	262	1079													
17:30-17:45	43	151	10	0	4	0	0	20	13	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	7	1	257															
17:45-18:00	31	219	8	0	7	0	0	19	15	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	311															
18:00-18:15	16	163	14	2	7	1	0	16	12	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	9	1	249															

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 115. Intersección 5 - aforo vehicular clasificado (SO-SE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																									
Tesis:														EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL - CUSCO-2023																											
Tesisistas:														Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																											
Elemento:														CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																											
Intersección:														AV. EL SOL / PUENTE ROSARIO																											
Fecha:														14/04/2023																											
Aproximación:														SO-SE AV. EL SOL																											
Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																													
AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL		SUMA											
HORAS DE CONTROL																								X 1/4 HORA		HORARIA															
40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43										
17:15-17:30	8	39	40	0	6	1	0	0	0	40	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	7	148	552														
17:30-17:45	8	47	24	0	1	1	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	127															
17:45-18:00	14	52	27	1	3	1	0	0	39	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	150															
18:00-18:15	11	47	26	0	0	1	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	127															

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 116. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL. CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. GARCILASO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	NO-SO AV. GARCILASO																													
		Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehículos Menores												
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13		
17:15-17:30	38	155	12		0	9	0		28	10	0		0	0	0		1	1	0		0	0	0		4	9	0		267	985
17:30-17:45	32	139	9		0	8	0		25	22	0		0	0	0		2	1	0		0	0	0		1	3	2		244	
17:45-18:00	18	151	10		0	14	0		36	5	0		0	0	0		0	1	0		0	0	0		1	8	0		244	
18:00-18:15	27	132	7		0	12	1		28	10	0		2	0	0		0	1	1		0	0	0		3	6	0		230	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 117. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL. CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. GARCILASO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	SE-NE AV. GARCILASO																													
		Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehículos Menores												
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23		
17:15-17:30	131	11			5	0			6	0			0	0			4	0			0	0			8	2			167	680
17:30-17:45	117	9			4	1			5	0			0	0			1	1			0	0			4	2			144	
17:45-18:00	163	11			7	0			7	0			0	0			1	1			0	0			4	0			194	
18:00-18:15	140	7			7	0			6	0			0	0			2	0			0	0			13	0			175	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 118. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (NE-NO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. GARCILASO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	NE-NO AV. EL SOL																													
		Transporte Lívianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehículos Menores												
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33		
17:15-17:30	113	81			5	3			12	29			0	0			3	2			0	0			8	5			261	1093
17:30-17:45	133	76			2	1			9	27			0	0			3	1			0	0			10	7			269	
17:45-18:00	123	83			5	0			9	25			0	1			2	2			0	0			10	5			265	
18:00-18:15	147	84			2	3			13	31			0	0			3	0			0	0			9	6			298	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 119. Intersección 6 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. GARCILASO																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	SO-SE AV. EL SOL																													
		Transporte Lívianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga				Vehículos Menores												
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43		
17:15-17:30	0	2	3		0	0			0	0			0	0			1	0			0	0			2	1			9	29
17:30-17:45	0	2	1		0	0			0	0			0	0			0	0			0	0			3	2			8	
17:45-18:00	0	2	2		0	0			0	0			0	0			0	0			0	0			2	1			7	
18:00-18:15	0	2	0		0	0			0	0			0	0			0	0			0	0			2	1			5	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 120. Intersección 7 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																																
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																																
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																
		FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																																	
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																																	
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																	
Intersección:	AV. EL SOL /PUMAQCHUPAN																																	
Fecha:	14/04/2023																																	
Aproximación:	NO-SO PUMAQCHUPAN																																	
		Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga								Vehículos Menores				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA							
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS									
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13		
17:30-17:45	53	57			2	4			2	5			0	0			1	0			0	0			2	4							130	676
17:45-18:00	63	88			3	2			14	11			0	0			0	1			0	0			5	2							189	
18:00-18:15	77	69			5	8			0	4			0	0			4	0			0	0			3	10							180	
18:15-18:30	61	85			3	9			3	7			0	0			1	0			0	0			2	6							177	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 121. Intersección 7 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																																
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																																
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																
		FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																																
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																																	
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laine																																	
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																																	
Intersección:	AV. EL SOL /PUMAQCHUPAN																																	
Fecha:	14/04/2023																																	
Aproximación:	SE-NE PUMAQCHUPAN																																	
		Transporte Livianos				Transporte Urbano								Transporte de Carga								Vehículos Menores				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA							
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS									
	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23		
17:30-17:45	69	0			5	0			5	0			0	0			1	0			0	0			4	0							84	460
17:45-18:00	88	3			3	0			5	0			0	0			1	0			0	0			4	0							104	
18:00-18:15	99	1			7	0			7	0			0	0			1	0			0	0			2	0							117	
18:15-18:30	128	2			6	0			6	0			0	0			1	0			0	0			12	0							155	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 122. Intersección 7 – aforo vehicular clasificado (NE-NO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL /PUMAGCHUPAN																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	NE-NO AV. EL SOL																													
		Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				COMBIS				MICROBUS				BUS				CAMION 2 EJES				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33		
17:30-17:45	1		30		0		0		0		0		0		0		1		0		0		0		0		1		33	204
17:45-18:00	1		46		1		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		1		49	
18:00-18:15	4		61		0		1		0		0		0		0		0		1		0		0		0		1		68	
18:15-18:30	2		51		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		1		54	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 123. Intersección 8 – aforo vehicular clasificado (NO-SO)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																														
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. TULLUMAYU																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	NO-SO AV. EL SOL																													
		Transporte Livianos				Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13		
17:15-17:30	103		3		13				8								6								8				141	682
17:30-17:45	129		2		9				7								7								6				160	
17:45-18:00	149		1		15				8								9								7				189	
18:00-18:15	153		3		14				6								8								8				192	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 124. Intersección 8 – aforo vehicular clasificado (SE-NE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Venura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. TULLUMAYU																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	SE-NE AV. TULLUMAYU																													
	<table border="1"> <tr> <th>Transporte Livianos</th> <th colspan="4">Transporte Urbano</th> <th colspan="4">Transporte de Carga</th> <th>Vehículos Menores</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Transporte Livianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																			
Transporte Livianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																					
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
17:15-17:30	79	98			11	12			7	3			3				2	8							5	8			236	1028
17:30-17:45	81	106			6	10			4	2			1				1	7							4	7			229	
17:45-18:00	93	124			8	9			5	3			4				0	6							1	9			262	
18:00-18:15	105	135			7	13			8	4			0				2	6							11	10			301	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 125. Intersección 8 – aforo vehicular clasificado (SO-SE)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																														
FICHA DE OBSERVACIÓN N°3																														
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFORICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023																													
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime																													
Elemento:	CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Hora Punta)																													
Intersección:	AV. EL SOL / AV. TULLUMAYU																													
Fecha:	14/04/2023																													
Aproximación:	SO-SE AV. TULLUMAYU																													
	<table border="1"> <tr> <th>Transporte Livianos</th> <th colspan="4">Transporte Urbano</th> <th colspan="4">Transporte de Carga</th> <th>Vehículos Menores</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Transporte Livianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																			
Transporte Livianos	Transporte Urbano				Transporte de Carga				Vehículos Menores																					
HORAS DE CONTROL	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS/BICICLETAS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
17:15-17:30	2		61				5				5								3								7		83	388
17:30-17:45	1		89				3				9				0				0								3		105	
17:45-18:00	0		70				7				6				1				1								6		90	
18:00-18:15	2		82				10				7				0				0								9		110	

Fuente: Elaboración propia



Anexo N°4: Validación de datos y Calibración del modelo

Validación de datos en el conteo vehicular semanal

Tabla N° 126. Validación de datos de 6:00 a 7:00

Conteo Vehicular de 6:00 - 7:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	148	21904	-0.538	Si
2	155	24025	-0.513	Si
3	173	29929	-0.448	Si
4	714	509796	1.499	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 127. Validación de datos de 7:00 a 8:00

Conteo Vehicular de 7:00 - 8:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	847	717409	-1.154	Si
2	966	933156	-0.420	Si
3	1104	1218816	0.432	Si
4	1219	1485961	1.142	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 128. Validación de datos de 8:00 a 9:00

Conteo Vehicular de 8:00 - 9:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1345	1809025	-1.156	Si
2	1415	2002225	-0.461	Si
3	1516	2298256	0.541	Si
4	1570	2464900	1.076	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 129. Validación de datos de 9:00 a 10:00

Conteo Vehicular de 9:00 - 10:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1582	2502724	-1.375	Si
2	1651	2725801	0.113	Si
3	1657	2745649	0.243	Si
4	1693	2866249	1.019	Si

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 130. Validación de datos de 10:00 a 11:00

Conteo Vehicular de 10:00 - 11:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1744	3041536	-1.241	Si
2	1816	3297856	-0.327	Si
3	1884	3549456	0.537	Si
4	1923	3697929	1.032	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 131. Validación de datos de 11:00 a 12:00

Conteo Vehicular de 11:00 - 12:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1937	3751969	-0.932	Si
2	1940	3763600	-0.752	Si
3	1971	3884841	1.113	Si
4	1962	3849444	0.571	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 132. Validación de datos de 12:00 a 13:00

Conteo Vehicular de 12:00 - 13:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	2019	4076361	0.644	Si
2	2035	4141225	1.029	Si
3	1968	3873024	-0.584	Si
4	1947	3790809	-1.089	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 133. Validación de datos de 13:00 a 14:00

Conteo Vehicular de 13:00 - 14:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1875	3515625	1.445	Si
2	1777	3157729	-0.848	Si
3	1804	3254416	-0.216	Si
4	1797	3229209	-0.380	Si

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 134. Validación de datos de 14:00 a 15:00

Conteo Vehicular de 14:00 - 15:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1788	3196944	0.346	Si
2	1811	3279721	1.087	Si
3	1773	3143529	-0.137	Si
4	1737	3017169	-1.296	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 135. Validación de datos de 15:00 a 16:00

Conteo Vehicular de 15:00 - 16:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1727	2982529	-0.733	Si
2	1718	2951524	-0.935	Si
3	1783	3179089	0.521	Si
4	1811	3279721	1.148	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 136. Validación de datos de 16:00 a 17:00

Conteo Vehicular de 16:00 - 17:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1866	3481956	-1.224	Si
2	1935	3744225	-0.158	Si
3	1957	3829849	0.182	Si
4	2023	4092529	1.201	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 137. Validación de datos de 17:00 a 18:00

Conteo Vehicular de 17:00 - 18:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	2076	4309776	-1.138	Si
2	2107	4439449	-0.379	Si
3	2135	4558225	0.306	Si
4	2172	4717584	1.211	Si

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 138. Validación de datos de 18:00 a 19:00

Conteo Vehicular de 18:00 - 19:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	2184	4769856	1.391	Si
2	2131	4541161	-0.247	Si
3	2134	4553956	-0.155	Si
4	2107	4439449	-0.989	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 139. Validación de datos de 19:00 a 20:00

Conteo Vehicular de 19:00 - 20:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	2019	4076361	0.953	Si
2	1995	3980025	0.705	Si
3	1879	3530641	-0.497	Si
4	1815	3294225	-1.161	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 140. Validación de datos de 20:00 a 21:00

Conteo Vehicular de 20:00 - 21:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1766	3118756	1.250	Si
2	1685	2839225	0.112	Si
3	1664	2768896	-0.183	Si
4	1593	2537649	-1.180	Si

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 141. Validación de datos de 21:00 a 22:00

Conteo Vehicular de 21:00 - 22:00				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	1587	2518569	0.134	Si
2	1634	2669956	1.233	Si
3	1574	2477476	-0.169	Si
4	1530	2340900	-1.198	Si

Fuente: Elaboración propia



Validación de datos en la hora punta

Tabla N° 142. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Mantas)

Av. El Sol con Mantas (SE - NE)					Av. El Sol - Mantas (NE - NO)					Av. El Sol con Mantas (SO-SE)				
N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido
1	161	25921	-1.004	Si	1	159	25281	0.298	Si	1	99	9801	-1.049	Si
2	164	26896	-0.615	Si	2	176	30976	1.178	Si	2	109	11881	-0.326	Si
3	172	29584	0.421	Si	3	148	21904	-0.272	Si	3	114	12996	0.036	Si
4	178	31684	1.198	Si	4	130	16900	-1.204	Si	4	132	17424	1.339	Si
Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²
Mm 168.750	675	114085				Mm 153.250	613	95061				Mm 113.500	454	52102
Desviacion Estandar:	N 4					Desviacion Estandar	N 4					Desviacion Estandar:	N 4	
De 6.685	1/N-1 0.333					De 16.724	1/N-1 0.333					De 11.969	1/N-1 0.333	
eficiente de Variac						eficiente de Variac						eficiente de Variac		
Cv 3.961						Cv 10.913						Cv 10.545		
Varianza de la Muestr.						Varianza de la Muestr.						Varianza de la Muestr.		
s² 59.583						s² 372.917						s² 191.000		
Desviacion tipica						Desviacion tipica						Desviacion tipica		
s 7.719						s 19.311						s 13.820		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 143. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Almagro)

Av. El Sol con Almagro (NO-SO)					Av. El Sol con Almagro (SE-NE)					Av. El Sol con Almagro (SO-SE)				
N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido
1	166	27556	-1.427	Si	1	283	80089	-0.147	Si	1	21	441	0.357	Si
2	187	34969	0.538	Si	2	271	73441	-1.156	Si	2	26	676	1.251	Si
3	182	33124	0.070	Si	3	300	90000	1.282	Si	3	15	225	-0.715	Si
4	190	36100	0.819	Si	4	285	81225	0.021	Si	4	14	196	-0.893	Si
Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²
Mm 181.250	725	131749				Mm 284.750	1139	324755				Mm 19.000	76	1538
Desviacion Estandar:	N 4					Desviacion Estandar	N 4					Desviacion Estandar:	N 4	
De 9.257	1/N-1 0.333					De 10.305	1/N-1 0.333					De 4.848	1/N-1 0.333	
eficiente de Variac						eficiente de Variac						eficiente de Variac		
Cv 5.107						Cv 3.619						Cv 25.514		
Varianza de la Muestr.						Varianza de la Muestr.						Varianza de la Muestr.		
s² 114.250						s² 141.583						s² 31.333		
Desviacion tipica						Desviacion tipica						Desviacion tipica		
s 10.689						s 11.899						s 5.598		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 144. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Ayacucho)

Av. El Sol con Almagro (NO - SO)					Av. El Sol con Ayacucho (SE - NE)					Av. El Sol con Ayacucho (NE-NO)						
N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido		
1	166	27556	-1.433	Si	1	242	58564	0.721	Si	1	114	12936	-0.678	Si		
2	189	35721	0.880	Si	2	188	35344	-1.275	Si	2	139	19321	1.440	Si		
3	162	33124	0.176	Si	3	246	60516	0.869	Si	3	114	12936	-0.678	Si		
4	184	33856	0.377	Si	4	214	45736	-0.314	Si	4	121	14641	-0.085	Si		
Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²			Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²			Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²				
Mm 180.250	721	130257			Mm 222.500	890	200220			Mm 122.000	488	53954				
Desviacion Estandar	N 4					Desviacion Estandar	N 4			Desviacion Estandar	N 4					
De 8.613	1/N-1 0.333					De 23.425	1/N-1 0.333			De 10.223	1/N-1 0.333					
eficiente de Variac					eficiente de Variac					eficiente de Variac						
Cv 4.778					Cv 10.528					Cv 8.379						
arianza de la Muestr					arianza de la Muestr.					arianza de la Muestr						
s² 98.917					s² 731.667					s² 139.333						
Desviacion tipica					Desviacion tipica					Desviacion tipica						
s 9.946					s 27.049					s 11.804						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 145. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con C. Puluchapata)

Av. El Sol con Ayacucho (SO-SE)					Av. El Sol con C.Puluchapata (NO-SO)					Av. El Sol con C. Puluchapata (SO-SE)						
N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido		
1	159	25281	0.731	Si	1	210	44100	-0.564	Si	1	215	46225	-0.092	Si		
2	161	25921	0.844	Si	2	222	49284	1.240	Si	2	186	34536	-0.315	Si		
3	123	15129	-1.294	Si	3	207	42849	-1.015	Si	3	268	71824	1.411	Si		
4	141	19881	-0.281	Si	4	216	46656	0.338	Si	4	204	41616	-0.404	Si		
Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²			Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²			Media de la Muestra	Suma de Lec.	Suma de s²				
Mm 146.000	584	86212			Mm 213.750	855	182889			Mm 218.250	873	194261				
Desviacion Estandar	N 4					Desviacion Estandar	N 4			Desviacion Estandar	N 4					
De 15.395	1/N-1 0.333					De 5.761	1/N-1 0.333			De 30.532	1/N-1 0.333					
eficiente de Variac					eficiente de Variac					eficiente de Variac						
Cv 10.544					Cv 2.695					Cv 13.989						
arianza de la Muestr					arianza de la Muestr.					arianza de la Muestr						
s² 316.000					s² 44.250					s² *****						
Desviacion tipica					Desviacion tipica					Desviacion tipica						
s 17.776					s 6.652					s 35.255						

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 146. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Puente Rosario)

Av. El Sol con Puente Rosario (NO-SO)					Av. El Sol con Puente Rosario (SE-NE)					Av. El Sol con Puente Rosario (SO-SE)				
N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido
1	232	53824	-0.037	Si	1	262	68644	-0.277	Si	1	148	21904	0.786	Si
2	261	68121	0.820	Si	2	257	66049	-0.455	Si	2	127	16129	-0.864	Si
3	186	34596	-1.396	Si	3	311	96721	1.472	Si	3	150	22500	0.943	Si
4	254	64516	0.613	Si	4	249	62001	-0.741	Si	4	127	16129	-0.864	Si
Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²
Mm 233.250	933	221057				Mm 269.750	1079	293415				Mm 138.000	552	76662
Desviacion Estandar:	N 4				Desviacion Estandar:	N 4				Desviacion Estandar:	N 4			
De 29.303	1/N-1 0.333				De 24.263	1/N-1 0.333				De 11.023	1/N-1 0.333			
eficiente de Variac					eficiente de Variac					eficiente de Variac				
Cv 12.563					Cv 8.995					Cv 7.987				
arianza de la Muestr.					arianza de la Muestr.					arianza de la Muestr.				
s² 1144.917					s² 784.917					s² 162.000				
Desviacion tipica					Desviacion tipica					Desviacion tipica				
s 33.837					s 28.016					s 12.728				

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 147. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Pumaqchupan)

Av. El Sol Con Garcilaso (SO-SE)					Av. El Sol con Pumaqchupan (NO-SO)					Av. El Sol con Pumaqchupan (SE-NE)				
N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s²	Z score	Valido
1	9	81	1.025	Si	1	130	16900	-1.472	Si	1	84	7056	-1.036	Si
2	8	64	0.439	Si	2	189	35721	0.755	Si	2	104	10816	-0.368	Si
3	7	49	-0.146	Si	3	180	32400	0.415	Si	3	117	13689	0.067	Si
4	5	25	-1.317	Si	4	177	31329	0.302	Si	4	155	24025	1.337	Si
Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²				Media de la Muestra:	Suma de Lec.	Suma de s²
Mm 7.250	29	219				Mm 169.000	676	116350				Mm 115.000	460	55586
Desviacion Estandar:	N 4				Desviacion Estandar:	N 4				Desviacion Estandar:	N 4			
De 1.479	1/N-1 0.333				De 22.946	1/N-1 0.333				De 25.913	1/N-1 0.333			
eficiente de Variac					eficiente de Variac					eficiente de Variac				
Cv 20.400					Cv 13.577					Cv 22.533				
arianza de la Muestr.					arianza de la Muestr.					arianza de la Muestr.				
s² 2.917					s² 702.000					s² 895.333				
Desviacion tipica					Desviacion tipica					Desviacion tipica				
s 1.708					s 26.495					s 29.922				

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 148. Validación de datos en Hora Punta (Av. El Sol con Tullumayu)

Av. El Sol con Pumaqchupan (NE - NO)					Av. El Sol con Tullumayu (NO - SO)					Av. El Sol con Av. Tullumayu (SE-NE)				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido	N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	33	1089	-1.246	Si	1	141	19881	-1.209	Si	1	236	55696	-0.644	Si
2	49	2401	-0.138	Si	2	160	25600	-0.430	Si	2	229	52441	-0.853	Si
3	68	4624	1.177	Si	3	189	35721	0.758	Si	3	262	68644	0.153	Si
4	54	2916	0.208	Si	4	192	36864	0.881	Si	4	301	90601	1.350	Si
Media de la Muestra					Suma de Lec.					Suma de s²				
Mm 51.000					682					118066				
Desviacion Estandar					N 4					Desviacion Estandar				
De 12.510					1/N-1 0.333					De 28.222				
Coficiente de Variacion					Cv 12.390					Coficiente de Variacion				
Cv 24.529					Varianza de la Muestra					Varianza de la Muestra				
s² 208.667					s² 595.000					s² *****				
Desviacion tipica					Desviacion tipica					Desviacion tipica				
s 14.445					s 24.393					s 32.588				

Av. El Sol con Av. Tullumayu				
N° M	Lecturas	s ²	Z score	Valido
1	83	6889	-1.109	Si
2	105	11025	0.634	Si
3	90	8100	-0.555	Si
4	110	12100	1.030	Si
Media de la Muestra				
Mm 97.000				
Desviacion Estandar				
De 10.932				
Coficiente de Variacion				
Cv 11.270				
Varianza de la Muestra				
s² 159.333				
Desviacion tipica				
s 12.623				

Fuente: Elaboración propia



Calibración datos en la hora punta

Tabla N° 149. Calibración de datos en Ayacucho (NO – SO)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Ayacucho (NO - SO)		
Corridas:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	87.20	61.00	
2	51.92	63.00	
3	57.80	85.00	
4	46.04	49.00	
5	51.92	79.00	
6	60.31	77.00	
7	81.41	68.00	
8	78.47	58.00	
9	83.73	66.00	
10	79.17	61.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	67.80	66.70	1.10
Desviación	14.807	10.31	4.50
Rango	41.16	36	
Minimo	46.04	49	
Maximo	87.2	85	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 150. Calibración de datos en Ayacucho (SE -NE)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Ayacucho (SE -NE)		
Corridos:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	27.31	35.00	
2	40.16	62.00	
3	46.04	43.00	
4	51.92	61.00	
5	56.80	77.00	
6	30.50	38.00	
7	47.00	62.00	
8	50.47	41.00	
9	45.07	49.00	
10	55.08	56.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	46.52	52.50	5.98
Desviación	9.33	12.71	3.38
Rango	29.49	42.00	
Minimo	27.31	35.00	
Maximo	56.80	77.00	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 151. Calibración de datos en Puente Rosario (NO – SO)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Puente Rosario (NO-SO)		
Corridos:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	69.56	68.00	
2	98.96	63.00	
3	104.84	89.00	
4	110.72	96.00	
5	98.96	72.00	
6	97.17	85.00	
7	88.31	77.00	
8	78.95	69.00	
9	95.64	76.00	
10	75.77	63.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	91.89	75.80	16.09
Desviación	12.661	10.57	2.09
Rango	41.16	33	
Minimo	69.56	63	
Maximo	110.72	96	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 152. Calibración de datos en Puente Rosario (SE – NE)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Puente Rosario (SE-NE)		
Corridos:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	39.07	49.00	
2	58.76	50.00	
3	51.92	52.00	
4	57.80	43.00	
5	53.68	58.00	
6	45.60	52.00	
7	47.09	39.00	
8	38.29	43.00	
9	48.13	59.00	
10	41.63	57.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	47.61	51.00	3.39
Desviación	6.93	6.49	0.44
Rango	20.47	20.00	
Minimo	38.29	39.00	
Maximo	58.76	59.00	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 153. Calibración de datos en Av. Garcilaso (NO – SO)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Av. Garcilaso (NO - SO)		
Corridos:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	54.28	84.07	
2	82.52	96.83	
3	63.68	88.19	
4	76.88	98.33	
5	82.76	76.81	
6	71.01	78.00	
7	54.65	81.00	
8	83.40	83.00	
9	78.87	88.00	
10	51.97	96.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	73.95	86.04	12.09
Desviación	12.14	7.44	4.70
Rango	31.43	21.52	
Minimo	51.97	76.81	
Maximo	83.40	98.33	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 154. Calibración de datos en Av., Garcilaso (SE – NE)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesis:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Av. Garcilaso (SE - NE)		
Corridos:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	34.28	45.00	
2	51.92	34.00	
3	53.36	56.00	
4	75.44	40.00	
5	82.76	71.00	
6	48.01	42.00	
7	41.81	46.00	
8	56.51	50.00	
9	57.05	56.00	
10	65.83	53.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	56.70	49.30	7.40
Desviación	13.956	9.89	4.07
Rango	48.48	37	
Minimo	34.28	34	
Maximo	82.76	71	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 155. Calibración de datos de Tullumayu (NO -SO)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Tullumayu (NO -SO)		
Corridas:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	34.28	20.00	
2	46.04	35.00	
3	51.92	56.00	
4	57.8	54.00	
5	69.56	41.00	
6	46.04	49.00	
7	36.55	22.00	
8	62.14	38.00	
9	36.18	50.00	
10	38.77	43.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	46.04	42.00	4.04
Desviación	11.52	11.79	0.26
Rango	35.28	36.00	
Minimo	34.28	20.00	
Maximo	69.56	56.00	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 156. Calibración de datos de Tullumayu (SE – NE)

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Tullumayu (SE - NE)		
Corridas:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	40.16	60.00	
2	75.44	91.00	
3	90.84	25.00	
4	81.96	62.00	
5	75.44	60.00	
6	56.75	47.00	
7	65.67	91.00	
8	55.31	34.00	
9	75.72	42.00	
10	57.52	73.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	67.48	58.50	8.98
Desviación	14.360	21.13	6.77
Rango	50.68	66	
Minimo	40.16	25	
Maximo	90.84	91	

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 157. Calibración de datos de Av. El Sol a Tullumayu

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023		
Tesistas:	Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Valentina Traycy Ventura Laime		
Ubicación de la Cola:	Av. El Sol con tullumayu		
Corridas:	Synchro Traffic	Campo	
	Longitud de Cola	Longitud de Cola	
1	17.08	8.00	
2	14.64	34.00	
3	19.52	36.00	
4	39.04	18.00	
5	29.28	30.00	
6	28.27	40.00	
7	30.11	24.00	
8	16.92	13.00	
9	38.71	20.00	
10	26.72	39.00	
Medidas	Synchro Traffic	Campo	% de variación
Media	27.50	27.00	0.49
Desviación	8.35	10.68	2.33
Rango	24.40	32.00	
Minimo	14.64	8.00	
Maximo	39.04	40.00	

Fuente: Elaboración propia



Anexo N°5: Recolección de tiempo de recorrido y obtención de velocidades

Tabla N° 158. Velocidad de operación en la vía – Sureste

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
1	17:15:04	17:18:37	0:03:32	212.30	1080.53	18.32
2	17:15:07	17:18:58	0:03:51	231.35	1080.53	16.81
3	17:15:12	17:18:46	0:03:34	213.86	1080.53	18.19
4	17:15:19	17:19:55	0:04:37	276.52	1080.53	14.07
5	17:15:33	17:19:29	0:03:57	236.61	1080.53	16.44
6	17:15:36	17:19:09	0:03:32	212.42	1080.53	18.31
7	17:15:49	17:19:30	0:03:41	220.73	1080.53	17.62
8	17:15:54	17:19:27	0:03:34	213.55	1080.53	18.22
9	17:16:10	17:19:55	0:03:45	224.57	1080.53	17.32
10	17:16:42	17:20:23	0:03:41	220.87	1080.53	17.61
11	17:17:31	17:21:25	0:03:54	234.48	1080.53	16.59
12	17:17:45	17:21:49	0:04:04	243.93	1080.53	15.95
13	17:18:00	17:21:39	0:03:39	219.25	1080.53	17.74
14	17:18:03	17:21:57	0:03:54	234.03	1080.53	16.62
15	17:18:08	17:21:43	0:03:34	214.47	1080.53	18.14
16	17:18:11	17:22:52	0:04:41	280.77	1080.53	13.85
17	17:18:26	17:22:33	0:04:07	247.15	1080.53	15.74
18	17:18:51	17:22:35	0:03:44	224.25	1080.53	17.35
19	17:18:55	17:22:47	0:03:53	232.70	1080.53	16.72
20	17:18:59	17:22:38	0:03:39	218.51	1080.53	17.80
21	17:19:03	17:22:57	0:03:54	233.84	1080.53	16.64
22	17:19:12	17:22:44	0:03:32	211.80	1080.53	18.37
23	17:19:12	17:23:27	0:04:15	254.59	1080.53	15.28
24	17:19:29	17:23:22	0:03:53	233.23	1080.53	16.68
25	17:19:41	17:23:24	0:03:42	222.31	1080.53	17.50
26	17:19:44	17:23:31	0:03:48	227.55	1080.53	17.09
27	17:19:55	17:23:58	0:04:03	242.90	1080.53	16.01
28	17:20:37	17:24:14	0:03:37	216.81	1080.53	17.94



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
29	17:21:03	17:25:06	0:04:02	242.41	1080.53	16.05
30	17:21:03	17:24:51	0:03:47	227.10	1080.53	17.13
31	17:21:05	17:25:15	0:04:10	249.81	1080.53	15.57
32	17:21:23	17:25:13	0:03:50	229.66	1080.53	16.94
33	17:21:39	17:25:40	0:04:01	240.62	1080.53	16.17
34	17:22:13	17:25:51	0:03:38	217.78	1080.53	17.86
35	17:22:37	17:26:38	0:04:01	240.74	1080.53	16.16
36	17:22:47	17:26:52	0:04:04	244.48	1080.53	15.91
37	17:23:07	17:26:57	0:03:50	230.04	1080.53	16.91
38	17:23:23	17:27:31	0:04:08	248.40	1080.53	15.66
39	17:24:00	17:27:45	0:03:44	224.25	1080.53	17.35
40	17:24:16	17:28:18	0:04:01	241.47	1080.53	16.11
41	17:24:33	17:28:14	0:03:41	220.75	1080.53	17.62
42	17:24:38	17:28:21	0:03:43	223.00	1080.53	17.44
43	17:24:47	17:28:43	0:03:57	236.69	1080.53	16.43
44	17:24:47	17:28:19	0:03:31	211.49	1080.53	18.39
45	17:24:49	17:28:58	0:04:09	249.02	1080.53	15.62
46	17:24:50	17:28:31	0:03:41	221.23	1080.53	17.58
47	17:24:55	17:28:33	0:03:38	218.13	1080.53	17.83
48	17:25:18	17:29:27	0:04:09	248.83	1080.53	15.63
49	17:26:03	17:30:12	0:04:09	248.94	1080.53	15.63
50	17:26:07	17:30:06	0:03:59	238.71	1080.53	16.30
51	17:26:24	17:30:19	0:03:55	234.95	1080.53	16.56
52	17:26:35	17:30:44	0:04:08	248.30	1080.53	15.67
53	17:26:40	17:30:26	0:03:46	226.17	1080.53	17.20
54	17:26:46	17:30:53	0:04:07	247.42	1080.53	15.72
55	17:26:52	17:30:31	0:03:39	218.97	1080.53	17.76
56	17:26:56	17:30:38	0:03:42	222.32	1080.53	17.50
57	17:27:03	17:31:10	0:04:06	246.49	1080.53	15.78
58	17:27:15	17:31:50	0:04:36	275.58	1080.53	14.12
59	17:27:16	17:30:50	0:03:34	214.45	1080.53	18.14
60	17:27:27	17:31:00	0:03:32	212.44	1080.53	18.31



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
61	17:27:31	17:31:36	0:04:05	244.89	1080.53	15.88
62	17:28:24	17:32:21	0:03:57	236.95	1080.53	16.42
63	17:28:26	17:32:40	0:04:13	253.39	1080.53	15.35
64	17:28:41	17:32:23	0:03:43	222.79	1080.53	17.46
65	17:28:44	17:32:47	0:04:03	243.16	1080.53	16.00
66	17:28:50	17:32:32	0:03:42	221.70	1080.53	17.55
67	17:28:52	17:32:53	0:04:02	241.86	1080.53	16.08
68	17:29:22	17:33:59	0:04:37	277.19	1080.53	14.03
69	17:29:22	17:33:08	0:03:46	225.92	1080.53	17.22
70	17:29:29	17:33:18	0:03:49	228.58	1080.53	17.02
71	17:29:38	17:33:23	0:03:46	225.85	1080.53	17.22
72	17:29:47	17:33:48	0:04:01	240.81	1080.53	16.15
73	17:30:00	17:34:07	0:04:07	247.14	1080.53	15.74
74	17:30:08	17:34:35	0:04:26	266.40	1080.53	14.60
75	17:30:13	17:34:00	0:03:47	226.94	1080.53	17.14
76	17:30:29	17:34:37	0:04:08	248.45	1080.53	15.66
77	17:30:50	17:34:38	0:03:49	228.74	1080.53	17.01
78	17:31:03	17:34:47	0:03:44	224.02	1080.53	17.36
79	17:31:09	17:34:47	0:03:39	218.63	1080.53	17.79
80	17:31:17	17:35:05	0:03:48	227.92	1080.53	17.07
81	17:31:25	17:35:36	0:04:10	250.42	1080.53	15.53
82	17:31:29	17:35:12	0:03:43	223.21	1080.53	17.43
83	17:31:39	17:35:48	0:04:09	249.33	1080.53	15.60
84	17:31:44	17:35:31	0:03:47	226.86	1080.53	17.15
85	17:31:58	17:35:53	0:03:55	234.52	1080.53	16.59
86	17:32:06	17:35:39	0:03:33	213.00	1080.53	18.26
87	17:32:29	17:36:23	0:03:54	234.50	1080.53	16.59
88	17:32:32	17:36:08	0:03:36	216.34	1080.53	17.98
89	17:32:52	17:36:28	0:03:36	215.80	1080.53	18.03
90	17:32:56	17:36:34	0:03:38	218.09	1080.53	17.84
91	17:32:59	17:36:34	0:03:35	214.62	1080.53	18.12
92	17:33:27	17:37:05	0:03:38	217.69	1080.53	17.87



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
93	17:33:32	17:37:04	0:03:32	212.06	1080.53	18.34
94	17:34:10	17:38:00	0:03:51	230.56	1080.53	16.87
95	17:34:17	17:38:05	0:03:48	228.28	1080.53	17.04
96	17:35:00	17:39:01	0:04:02	241.60	1080.53	16.10
97	17:35:14	17:38:58	0:03:44	224.25	1080.53	17.35
98	17:35:20	17:39:10	0:03:50	229.64	1080.53	16.94
99	17:35:35	17:39:18	0:03:43	222.92	1080.53	17.45
100	17:35:51	17:39:28	0:03:37	216.93	1080.53	17.93
101	17:35:54	17:39:47	0:03:53	233.33	1080.53	16.67
102	17:35:56	17:39:40	0:03:45	224.64	1080.53	17.32
103	17:36:09	17:40:00	0:03:52	231.57	1080.53	16.80
104	17:36:26	17:40:04	0:03:38	217.91	1080.53	17.85
105	17:37:00	17:40:54	0:03:54	234.11	1080.53	16.62
106	17:37:34	17:41:09	0:03:36	215.54	1080.53	18.05
107	17:37:37	17:41:15	0:03:38	218.00	1080.53	17.84
108	17:38:04	17:42:08	0:04:04	244.03	1080.53	15.94
109	17:38:33	17:42:20	0:03:47	226.95	1080.53	17.14
110	17:39:01	17:43:06	0:04:06	245.54	1080.53	15.84
111	17:39:20	17:43:26	0:04:06	245.98	1080.53	15.81
112	17:40:09	17:44:07	0:03:58	238.00	1080.53	16.34
113	17:40:10	17:43:57	0:03:48	227.95	1080.53	17.07
114	17:40:15	17:44:05	0:03:50	229.51	1080.53	16.95
115	17:40:20	17:44:00	0:03:40	219.77	1080.53	17.70
116	17:40:27	17:44:02	0:03:35	214.91	1080.53	18.10
117	17:40:29	17:44:37	0:04:08	248.00	1080.53	15.69
118	17:40:31	17:44:03	0:03:32	212.30	1080.53	18.32
119	17:40:33	17:44:21	0:03:47	227.15	1080.53	17.12
120	17:40:39	17:44:23	0:03:44	224.33	1080.53	17.34
121	17:40:59	17:44:47	0:03:49	228.92	1080.53	16.99
122	17:41:12	17:45:20	0:04:08	247.74	1080.53	15.70
123	17:41:18	17:45:02	0:03:44	223.51	1080.53	17.40
124	17:41:31	17:45:29	0:03:57	237.36	1080.53	16.39



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023

Tesistas: Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez
Bach. Valentina Traycy Ventura Laime

Elemento: Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta

Acceso: SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)

N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
125	17:41:32	17:45:11	0:03:39	218.74	1080.53	17.78
126	17:41:33	17:45:36	0:04:03	243.22	1080.53	15.99
127	17:41:36	17:45:12	0:03:37	216.56	1080.53	17.96
128	17:41:40	17:45:15	0:03:35	214.91	1080.53	18.10
129	17:41:43	17:45:52	0:04:09	248.89	1080.53	15.63
130	17:42:04	17:46:39	0:04:36	275.53	1080.53	14.12
131	17:42:11	17:45:49	0:03:38	218.17	1080.53	17.83
132	17:42:57	17:46:47	0:03:50	230.26	1080.53	16.89
133	17:43:07	17:46:46	0:03:39	218.69	1080.53	17.79
134	17:43:22	17:47:39	0:04:17	256.87	1080.53	15.14
135	17:43:33	17:47:31	0:03:58	237.91	1080.53	16.35
136	17:43:40	17:47:31	0:03:51	231.24	1080.53	16.82
137	17:43:41	17:47:38	0:03:57	236.85	1080.53	16.42
138	17:43:56	17:48:02	0:04:07	246.53	1080.53	15.78
139	17:44:12	17:48:22	0:04:11	250.81	1080.53	15.51
140	17:44:25	17:48:24	0:03:59	239.33	1080.53	16.25
141	17:44:47	17:48:44	0:03:57	237.09	1080.53	16.41
142	17:45:21	17:49:29	0:04:08	248.08	1080.53	15.68
143	17:45:45	17:49:17	0:03:32	211.50	1080.53	18.39
144	17:45:48	17:50:02	0:04:14	253.94	1080.53	15.32
145	17:45:50	17:49:32	0:03:42	221.70	1080.53	17.55
146	17:45:57	17:49:55	0:03:58	237.78	1080.53	16.36
147	17:46:03	17:49:45	0:03:42	221.77	1080.53	17.54
148	17:46:17	17:49:59	0:03:42	221.70	1080.53	17.55
149	17:47:05	17:50:51	0:03:46	226.12	1080.53	17.20
150	17:47:16	17:50:53	0:03:37	217.20	1080.53	17.91
151	17:47:37	17:51:12	0:03:35	214.91	1080.53	18.10
152	17:47:40	17:51:40	0:04:00	240.32	1080.53	16.19
153	17:48:06	17:52:06	0:04:00	240.04	1080.53	16.21
154	17:48:22	17:52:21	0:03:59	238.55	1080.53	16.31
155	17:48:43	17:52:23	0:03:40	220.08	1080.53	17.68
156	17:48:46	17:52:18	0:03:31	211.30	1080.53	18.41



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
157	17:49:04	17:52:55	0:03:51	230.65	1080.53	16.87
158	17:49:17	17:53:30	0:04:14	253.65	1080.53	15.34
159	17:49:25	17:53:31	0:04:06	245.91	1080.53	15.82
160	17:50:15	17:54:15	0:04:00	240.11	1080.53	16.20
161	17:50:21	17:54:09	0:03:49	228.52	1080.53	17.02
162	17:50:23	17:54:25	0:04:02	241.90	1080.53	16.08
163	17:50:23	17:54:25	0:04:02	241.55	1080.53	16.10
164	17:50:29	17:54:29	0:03:59	239.48	1080.53	16.24
165	17:50:44	17:54:22	0:03:38	217.65	1080.53	17.87
166	17:51:01	17:55:06	0:04:05	244.59	1080.53	15.90
167	17:51:13	17:55:22	0:04:08	248.26	1080.53	15.67
168	17:51:36	17:55:25	0:03:50	229.74	1080.53	16.93
169	17:51:37	17:55:21	0:03:44	223.91	1080.53	17.37
170	17:51:42	17:55:21	0:03:39	218.74	1080.53	17.78
171	17:52:00	17:55:37	0:03:37	216.69	1080.53	17.95
172	17:52:05	17:55:44	0:03:39	218.74	1080.53	17.78
173	17:52:13	17:56:08	0:03:55	234.82	1080.53	16.57
174	17:52:21	17:55:52	0:03:32	211.53	1080.53	18.39
175	17:52:24	17:56:11	0:03:47	227.21	1080.53	17.12
176	17:52:47	17:56:50	0:04:03	243.07	1080.53	16.00
177	17:53:09	17:57:04	0:03:55	234.78	1080.53	16.57
178	17:53:27	17:57:00	0:03:34	213.60	1080.53	18.21
179	17:53:33	17:57:23	0:03:49	229.26	1080.53	16.97
180	17:53:39	17:57:17	0:03:38	218.00	1080.53	17.84
181	17:53:47	17:57:54	0:04:06	246.18	1080.53	15.80
182	17:53:52	17:57:26	0:03:34	214.26	1080.53	18.16
183	17:53:52	17:57:43	0:03:52	231.59	1080.53	16.80
184	17:53:54	17:57:50	0:03:57	236.70	1080.53	16.43
185	17:54:00	17:58:11	0:04:11	250.83	1080.53	15.51
186	17:54:03	17:57:47	0:03:44	223.93	1080.53	17.37
187	17:54:26	17:58:19	0:03:53	232.60	1080.53	16.72
188	17:54:59	17:58:50	0:03:51	230.81	1080.53	16.85



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
189	17:55:02	17:58:54	0:03:52	232.36	1080.53	16.74
190	17:55:13	17:59:01	0:03:47	227.48	1080.53	17.10
191	17:55:17	17:58:58	0:03:41	221.37	1080.53	17.57
192	17:55:33	17:59:29	0:03:56	235.67	1080.53	16.51
193	17:55:43	17:59:33	0:03:50	230.33	1080.53	16.89
194	17:55:44	17:59:33	0:03:48	228.20	1080.53	17.05
195	17:55:55	18:00:01	0:04:06	246.07	1080.53	15.81
196	17:55:58	17:59:39	0:03:41	220.76	1080.53	17.62
197	17:56:04	17:59:53	0:03:49	228.86	1080.53	17.00
198	17:56:06	18:00:11	0:04:05	244.69	1080.53	15.90
199	17:56:16	18:00:27	0:04:11	250.74	1080.53	15.51
200	17:56:26	18:00:30	0:04:04	243.78	1080.53	15.96
201	17:56:54	18:00:27	0:03:33	213.00	1080.53	18.26
202	17:56:58	18:00:39	0:03:41	221.05	1080.53	17.60
203	17:57:00	18:00:41	0:03:41	221.23	1080.53	17.58
204	17:57:00	18:01:05	0:04:05	244.64	1080.53	15.90
205	17:57:02	18:00:41	0:03:39	218.63	1080.53	17.79
206	17:57:09	18:00:43	0:03:34	214.45	1080.53	18.14
207	17:57:12	18:01:07	0:03:55	235.05	1080.53	16.55
208	17:57:15	18:00:55	0:03:40	219.96	1080.53	17.68
209	17:57:33	18:01:11	0:03:39	218.54	1080.53	17.80
210	17:57:44	18:01:28	0:03:44	224.22	1080.53	17.35
211	17:58:00	18:01:44	0:03:44	223.93	1080.53	17.37
212	17:58:01	18:01:49	0:03:48	228.16	1080.53	17.05
213	17:58:19	18:02:02	0:03:43	222.98	1080.53	17.45
214	17:58:21	18:02:40	0:04:18	258.24	1080.53	15.06
215	17:58:24	18:01:57	0:03:33	213.44	1080.53	18.22
216	17:58:41	18:02:41	0:04:00	240.05	1080.53	16.20
217	17:58:48	18:02:34	0:03:45	225.38	1080.53	17.26
218	17:59:05	18:03:09	0:04:04	243.86	1080.53	15.95
219	17:59:18	18:02:54	0:03:37	216.62	1080.53	17.96
220	17:59:36	18:03:22	0:03:46	226.45	1080.53	17.18



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
221	18:00:50	18:04:44	0:03:55	234.65	1080.53	16.58
222	18:01:10	18:04:55	0:03:45	225.03	1080.53	17.29
223	18:01:25	18:05:21	0:03:56	235.97	1080.53	16.49
224	18:01:38	18:05:26	0:03:48	227.96	1080.53	17.06
225	18:02:08	18:06:09	0:04:00	240.07	1080.53	16.20
226	18:02:21	18:06:01	0:03:40	219.78	1080.53	17.70
227	18:02:22	18:05:55	0:03:33	213.38	1080.53	18.23
228	18:02:22	18:06:00	0:03:37	217.45	1080.53	17.89
229	18:02:27	18:06:04	0:03:37	217.45	1080.53	17.89
230	18:02:37	18:06:44	0:04:07	246.82	1080.53	15.76
231	18:03:07	18:06:40	0:03:33	213.17	1080.53	18.25
232	18:03:09	18:06:59	0:03:50	230.38	1080.53	16.88
233	18:03:11	18:07:07	0:03:56	236.35	1080.53	16.46
234	18:03:29	18:07:29	0:04:00	239.83	1080.53	16.22
235	18:04:00	18:07:33	0:03:33	213.14	1080.53	18.25
236	18:04:02	18:08:07	0:04:05	245.30	1080.53	15.86
237	18:04:07	18:08:03	0:03:56	236.10	1080.53	16.48
238	18:04:13	18:08:18	0:04:05	244.82	1080.53	15.89
239	18:04:30	18:09:03	0:04:33	273.34	1080.53	14.23
240	18:05:30	18:09:38	0:04:09	248.77	1080.53	15.64
241	18:05:33	18:09:12	0:03:39	218.93	1080.53	17.77
242	18:05:41	18:09:33	0:03:52	232.30	1080.53	16.75
243	18:05:43	18:10:24	0:04:40	280.34	1080.53	13.88
244	18:06:09	18:09:47	0:03:38	217.76	1080.53	17.86
245	18:06:11	18:10:06	0:03:56	235.60	1080.53	16.51
246	18:06:13	18:10:14	0:04:01	240.83	1080.53	16.15
247	18:06:17	18:10:08	0:03:52	231.89	1080.53	16.77
248	18:06:33	18:10:34	0:04:02	241.64	1080.53	16.10
249	18:06:41	18:10:25	0:03:44	224.18	1080.53	17.35
250	18:06:47	18:10:22	0:03:35	214.97	1080.53	18.10
251	18:07:01	18:10:39	0:03:38	217.98	1080.53	17.85
252	18:07:08	18:10:49	0:03:42	221.74	1080.53	17.54



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
253	18:07:27	18:11:02	0:03:36	215.55	1080.53	18.05
254	18:07:34	18:11:38	0:04:04	243.93	1080.53	15.95
255	18:07:43	18:11:41	0:03:57	237.15	1080.53	16.40
256	18:08:02	18:11:33	0:03:31	210.75	1080.53	18.46
257	18:08:18	18:12:32	0:04:13	253.43	1080.53	15.35
258	18:08:27	18:12:05	0:03:38	218.00	1080.53	17.84
259	18:08:33	18:12:33	0:04:00	240.50	1080.53	16.17
260	18:08:40	18:12:13	0:03:33	213.08	1080.53	18.26
261	18:08:54	18:12:41	0:03:47	227.10	1080.53	17.13
262	18:09:07	18:12:47	0:03:40	219.59	1080.53	17.71
263	18:09:23	18:13:11	0:03:48	228.41	1080.53	17.03
264	18:09:43	18:13:47	0:04:04	243.92	1080.53	15.95
265	18:10:08	18:13:50	0:03:42	222.19	1080.53	17.51
266	18:10:21	18:14:30	0:04:09	248.55	1080.53	15.65
267	18:10:46	18:14:17	0:03:31	211.48	1080.53	18.39
268	18:11:06	18:14:41	0:03:35	214.67	1080.53	18.12
269	18:12:18	18:15:59	0:03:41	220.90	1080.53	17.61
270	18:12:36	18:16:07	0:03:31	210.83	1080.53	18.45
271	18:12:44	18:16:28	0:03:45	224.57	1080.53	17.32
272	18:12:50	18:16:41	0:03:51	230.99	1080.53	16.84
273	18:12:51	18:16:53	0:04:02	242.19	1080.53	16.06
274	18:12:52	18:16:46	0:03:54	234.40	1080.53	16.59
275	18:12:53	18:16:27	0:03:34	214.26	1080.53	18.16
276	18:12:58	18:16:38	0:03:41	220.75	1080.53	17.62
277	18:13:19	18:16:57	0:03:38	217.97	1080.53	17.85
278	18:13:28	18:17:13	0:03:45	225.06	1080.53	17.28
279	18:13:30	18:17:34	0:04:03	243.41	1080.53	15.98
280	18:14:13	18:17:48	0:03:35	214.57	1080.53	18.13
281	18:14:21	18:18:47	0:04:26	265.91	1080.53	14.63
282	18:14:30	18:18:39	0:04:09	249.33	1080.53	15.60
283	18:14:31	18:18:30	0:03:59	238.76	1080.53	16.29
284	18:14:57	18:18:52	0:03:55	234.58	1080.53	16.58



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	SURESTE (De Av. Tullumayu hacia Calle Mantas)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
285	18:14:57	18:18:57	0:04:00	239.60	1080.53	16.24
Velocidad Promedio Total (Km/Hr)					16.93	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 159. Velocidad de operación en la vía – Noroeste

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
1	17:15:20	17:18:53	0:03:32	212.38	1080.53	18.32
2	17:15:53	17:19:24	0:03:31	211.25	1080.53	18.41
3	17:16:17	17:19:28	0:03:10	190.44	1080.53	20.43
4	17:16:30	17:19:59	0:03:29	208.98	1080.53	18.61
5	17:16:31	17:19:47	0:03:15	195.48	1080.53	19.90
6	17:17:59	17:21:11	0:03:12	192.22	1080.53	20.24
7	17:18:06	17:21:27	0:03:21	200.53	1080.53	19.40
8	17:18:34	17:22:04	0:03:30	210.46	1080.53	18.48
9	17:18:38	17:22:04	0:03:25	205.27	1080.53	18.95
10	17:18:43	17:22:08	0:03:25	204.74	1080.53	19.00
11	17:19:27	17:23:00	0:03:33	212.66	1080.53	18.29
12	17:19:36	17:22:59	0:03:23	203.35	1080.53	19.13



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
13	17:19:55	17:23:13	0:03:18	198.24	1080.53	19.62
14	17:19:56	17:23:15	0:03:20	199.74	1080.53	19.47
15	17:20:21	17:23:44	0:03:23	203.41	1080.53	19.12
16	17:20:21	17:23:35	0:03:14	194.05	1080.53	20.05
17	17:20:29	17:24:01	0:03:33	212.78	1080.53	18.28
18	17:20:39	17:24:11	0:03:32	212.41	1080.53	18.31
19	17:20:49	17:24:13	0:03:25	204.88	1080.53	18.99
20	17:21:00	17:24:16	0:03:16	196.42	1080.53	19.80
21	17:21:24	17:24:57	0:03:33	213.17	1080.53	18.25
22	17:21:36	17:25:00	0:03:24	203.93	1080.53	19.07
23	17:22:32	17:25:52	0:03:20	199.91	1080.53	19.46
24	17:22:52	17:26:22	0:03:30	210.03	1080.53	18.52
25	17:23:00	17:26:29	0:03:28	208.22	1080.53	18.68
26	17:23:14	17:26:30	0:03:16	196.28	1080.53	19.82
27	17:23:27	17:26:39	0:03:12	191.51	1080.53	20.31
28	17:23:31	17:27:01	0:03:30	209.63	1080.53	18.56
29	17:23:36	17:26:48	0:03:12	192.24	1080.53	20.23
30	17:23:46	17:27:18	0:03:33	212.55	1080.53	18.30
31	17:24:10	17:27:24	0:03:14	194.04	1080.53	20.05
32	17:24:32	17:28:04	0:03:33	212.64	1080.53	18.29
33	17:25:05	17:28:26	0:03:21	201.42	1080.53	19.31
34	17:25:14	17:28:44	0:03:30	210.21	1080.53	18.50
35	17:25:15	17:28:28	0:03:14	193.64	1080.53	20.09
36	17:25:15	17:28:26	0:03:11	191.01	1080.53	20.36
37	17:25:32	17:28:49	0:03:17	197.41	1080.53	19.70
38	17:25:32	17:29:03	0:03:31	210.96	1080.53	18.44
39	17:25:35	17:28:54	0:03:19	198.87	1080.53	19.56
40	17:25:51	17:29:23	0:03:33	212.52	1080.53	18.30
41	17:25:55	17:29:26	0:03:31	210.82	1080.53	18.45
42	17:26:23	17:29:55	0:03:32	211.60	1080.53	18.38
43	17:26:28	17:29:56	0:03:28	208.05	1080.53	18.70
44	17:26:30	17:29:45	0:03:15	194.80	1080.53	19.97



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
45	17:27:04	17:30:35	0:03:30	210.33	1080.53	18.49
46	17:27:19	17:30:51	0:03:32	211.57	1080.53	18.39
47	17:27:24	17:30:35	0:03:11	191.30	1080.53	20.33
48	17:27:32	17:30:45	0:03:14	193.89	1080.53	20.06
49	17:28:02	17:31:20	0:03:18	197.82	1080.53	19.66
50	17:28:28	17:31:51	0:03:23	203.20	1080.53	19.14
51	17:28:45	17:31:58	0:03:13	193.05	1080.53	20.15
52	17:28:51	17:32:15	0:03:25	204.54	1080.53	19.02
53	17:28:58	17:32:28	0:03:30	210.35	1080.53	18.49
54	17:29:03	17:32:28	0:03:26	205.52	1080.53	18.93
55	17:29:49	17:33:13	0:03:24	203.71	1080.53	19.09
56	17:30:37	17:33:50	0:03:13	192.76	1080.53	20.18
57	17:30:38	17:33:56	0:03:18	197.58	1080.53	19.69
58	17:30:39	17:34:09	0:03:30	210.39	1080.53	18.49
59	17:30:41	17:33:57	0:03:16	196.17	1080.53	19.83
60	17:30:56	17:34:11	0:03:15	195.15	1080.53	19.93
61	17:31:13	17:34:30	0:03:17	197.25	1080.53	19.72
62	17:31:23	17:34:44	0:03:21	201.24	1080.53	19.33
63	17:31:37	17:34:49	0:03:13	192.65	1080.53	20.19
64	17:31:41	17:35:07	0:03:27	206.72	1080.53	18.82
65	17:31:41	17:34:59	0:03:18	198.35	1080.53	19.61
66	17:32:04	17:35:23	0:03:19	198.95	1080.53	19.55
67	17:32:18	17:35:43	0:03:25	205.48	1080.53	18.93
68	17:32:25	17:35:37	0:03:12	192.19	1080.53	20.24
69	17:32:26	17:35:36	0:03:10	190.01	1080.53	20.47
70	17:32:35	17:36:07	0:03:32	211.70	1080.53	18.37
71	17:32:36	17:36:07	0:03:31	211.29	1080.53	18.41
72	17:32:37	17:35:54	0:03:17	196.67	1080.53	19.78
73	17:32:43	17:36:03	0:03:20	200.02	1080.53	19.45
74	17:33:14	17:36:43	0:03:30	209.61	1080.53	18.56
75	17:33:26	17:36:43	0:03:17	196.79	1080.53	19.77
76	17:33:38	17:36:53	0:03:15	195.07	1080.53	19.94



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
77	17:33:40	17:36:53	0:03:13	192.56	1080.53	20.20
78	17:33:42	17:37:00	0:03:18	198.22	1080.53	19.62
79	17:34:13	17:37:24	0:03:12	191.51	1080.53	20.31
80	17:34:15	17:37:27	0:03:13	192.81	1080.53	20.17
81	17:34:20	17:37:39	0:03:19	199.30	1080.53	19.52
82	17:34:21	17:37:42	0:03:21	200.80	1080.53	19.37
83	17:34:23	17:37:52	0:03:29	208.99	1080.53	18.61
84	17:34:24	17:37:44	0:03:20	199.79	1080.53	19.47
85	17:35:09	17:38:32	0:03:23	202.61	1080.53	19.20
86	17:35:28	17:38:50	0:03:21	201.29	1080.53	19.33
87	17:35:44	17:38:55	0:03:10	190.25	1080.53	20.45
88	17:35:46	17:39:13	0:03:27	206.59	1080.53	18.83
89	17:35:59	17:39:15	0:03:17	196.65	1080.53	19.78
90	17:36:24	17:39:56	0:03:32	211.97	1080.53	18.35
91	17:36:26	17:39:47	0:03:22	201.57	1080.53	19.30
92	17:36:35	17:39:53	0:03:19	198.72	1080.53	19.57
93	17:37:24	17:40:52	0:03:27	207.40	1080.53	18.76
94	17:37:25	17:40:45	0:03:20	200.12	1080.53	19.44
95	17:37:41	17:41:00	0:03:19	198.61	1080.53	19.59
96	17:37:42	17:41:11	0:03:29	209.14	1080.53	18.60
97	17:37:54	17:41:04	0:03:10	190.38	1080.53	20.43
98	17:38:05	17:41:20	0:03:14	194.36	1080.53	20.01
99	17:38:11	17:41:22	0:03:11	191.36	1080.53	20.33
100	17:38:12	17:41:34	0:03:21	201.29	1080.53	19.32
101	17:38:13	17:41:44	0:03:30	210.49	1080.53	18.48
102	17:38:19	17:41:41	0:03:22	202.26	1080.53	19.23
103	17:38:22	17:41:34	0:03:11	191.26	1080.53	20.34
104	17:38:23	17:41:38	0:03:15	195.28	1080.53	19.92
105	17:38:56	17:42:15	0:03:19	199.19	1080.53	19.53
106	17:39:10	17:42:31	0:03:20	200.28	1080.53	19.42
107	17:39:22	17:42:40	0:03:18	198.47	1080.53	19.60
108	17:39:35	17:42:54	0:03:20	199.64	1080.53	19.48



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
109	17:39:35	17:42:57	0:03:22	201.99	1080.53	19.26
110	17:40:08	17:43:40	0:03:32	212.13	1080.53	18.34
111	17:40:12	17:43:42	0:03:30	210.31	1080.53	18.50
112	17:40:55	17:44:17	0:03:21	201.35	1080.53	19.32
113	17:40:57	17:44:21	0:03:24	203.87	1080.53	19.08
114	17:41:13	17:44:36	0:03:23	202.63	1080.53	19.20
115	17:41:15	17:44:34	0:03:19	199.07	1080.53	19.54
116	17:41:24	17:44:57	0:03:33	212.99	1080.53	18.26
117	17:41:55	17:45:15	0:03:20	200.23	1080.53	19.43
118	17:41:58	17:45:18	0:03:21	200.72	1080.53	19.38
119	17:42:16	17:45:49	0:03:33	212.73	1080.53	18.29
120	17:42:36	17:45:57	0:03:20	200.41	1080.53	19.41
121	17:43:16	17:46:48	0:03:32	212.34	1080.53	18.32
122	17:43:19	17:46:36	0:03:17	197.17	1080.53	19.73
123	17:43:19	17:46:34	0:03:15	194.85	1080.53	19.96
124	17:43:31	17:46:42	0:03:11	191.04	1080.53	20.36
125	17:43:36	17:46:53	0:03:17	196.96	1080.53	19.75
126	17:43:45	17:46:56	0:03:11	191.20	1080.53	20.34
127	17:43:59	17:47:28	0:03:29	208.68	1080.53	18.64
128	17:44:00	17:47:26	0:03:25	205.43	1080.53	18.94
129	17:44:01	17:47:22	0:03:21	201.00	1080.53	19.35
130	17:44:03	17:47:35	0:03:32	212.01	1080.53	18.35
131	17:44:17	17:47:42	0:03:26	205.81	1080.53	18.90
132	17:44:26	17:47:57	0:03:31	211.46	1080.53	18.40
133	17:44:30	17:47:57	0:03:27	206.98	1080.53	18.79
134	17:44:36	17:47:53	0:03:17	197.12	1080.53	19.73
135	17:44:40	17:47:52	0:03:12	192.29	1080.53	20.23
136	17:44:54	17:48:27	0:03:32	212.32	1080.53	18.32
137	17:44:58	17:48:15	0:03:17	196.68	1080.53	19.78
138	17:44:59	17:48:24	0:03:26	205.56	1080.53	18.92
139	17:45:07	17:48:27	0:03:19	199.38	1080.53	19.51
140	17:45:08	17:48:34	0:03:26	206.42	1080.53	18.84



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
141	17:45:11	17:48:41	0:03:31	210.74	1080.53	18.46
142	17:45:12	17:48:36	0:03:24	203.79	1080.53	19.09
143	17:45:21	17:48:38	0:03:17	197.05	1080.53	19.74
144	17:45:27	17:48:49	0:03:22	201.89	1080.53	19.27
145	17:45:31	17:48:59	0:03:29	208.64	1080.53	18.64
146	17:45:58	17:49:23	0:03:25	205.39	1080.53	18.94
147	17:46:09	17:49:20	0:03:10	190.24	1080.53	20.45
148	17:46:23	17:49:56	0:03:33	213.27	1080.53	18.24
149	17:46:47	17:49:58	0:03:11	191.48	1080.53	20.31
150	17:46:48	17:50:12	0:03:24	203.59	1080.53	19.11
151	17:47:00	17:50:28	0:03:28	208.26	1080.53	18.68
152	17:47:02	17:50:29	0:03:27	206.60	1080.53	18.83
153	17:47:09	17:50:35	0:03:26	205.82	1080.53	18.90
154	17:47:21	17:50:38	0:03:17	197.14	1080.53	19.73
155	17:47:36	17:50:48	0:03:12	191.55	1080.53	20.31
156	17:47:39	17:51:02	0:03:23	203.16	1080.53	19.15
157	17:47:42	17:51:09	0:03:27	207.07	1080.53	18.79
158	17:48:07	17:51:36	0:03:29	209.06	1080.53	18.61
159	17:48:08	17:51:35	0:03:27	207.12	1080.53	18.78
160	17:48:34	17:52:03	0:03:29	208.65	1080.53	18.64
161	17:48:50	17:52:15	0:03:26	205.59	1080.53	18.92
162	17:48:55	17:52:21	0:03:26	205.90	1080.53	18.89
163	17:49:03	17:52:23	0:03:20	200.45	1080.53	19.41
164	17:49:14	17:52:26	0:03:11	191.19	1080.53	20.35
165	17:49:27	17:53:00	0:03:34	213.57	1080.53	18.21
166	17:49:46	17:53:07	0:03:21	200.82	1080.53	19.37
167	17:50:01	17:53:30	0:03:29	208.60	1080.53	18.65
168	17:50:02	17:53:27	0:03:25	205.16	1080.53	18.96
169	17:50:21	17:53:44	0:03:23	202.78	1080.53	19.18
170	17:50:30	17:53:46	0:03:17	196.54	1080.53	19.79
171	17:50:39	17:53:58	0:03:20	199.50	1080.53	19.50
172	17:50:40	17:54:04	0:03:24	203.86	1080.53	19.08



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
173	17:51:33	17:55:01	0:03:28	207.70	1080.53	18.73
174	17:52:05	17:55:18	0:03:13	192.57	1080.53	20.20
175	17:52:17	17:55:49	0:03:33	212.68	1080.53	18.29
176	17:52:48	17:56:03	0:03:14	194.25	1080.53	20.03
177	17:53:05	17:56:32	0:03:27	207.44	1080.53	18.75
178	17:53:14	17:56:40	0:03:26	206.05	1080.53	18.88
179	17:53:18	17:56:44	0:03:27	206.84	1080.53	18.81
180	17:53:18	17:56:40	0:03:22	202.22	1080.53	19.24
181	17:53:29	17:56:53	0:03:24	203.99	1080.53	19.07
182	17:53:56	17:57:21	0:03:25	204.56	1080.53	19.02
183	17:54:12	17:57:27	0:03:15	194.60	1080.53	19.99
184	17:54:13	17:57:26	0:03:13	192.95	1080.53	20.16
185	17:54:28	17:58:00	0:03:32	212.25	1080.53	18.33
186	17:54:46	17:57:56	0:03:10	190.14	1080.53	20.46
187	17:55:35	17:58:47	0:03:12	191.73	1080.53	20.29
188	17:55:37	17:59:04	0:03:27	206.92	1080.53	18.80
189	17:55:55	17:59:15	0:03:19	199.44	1080.53	19.50
190	17:56:32	17:59:45	0:03:14	193.94	1080.53	20.06
191	17:56:38	18:00:11	0:03:33	213.13	1080.53	18.25
192	17:56:53	18:00:09	0:03:16	195.96	1080.53	19.85
193	17:57:10	18:00:40	0:03:30	209.94	1080.53	18.53
194	17:57:10	18:00:21	0:03:10	190.28	1080.53	20.44
195	17:57:50	18:01:16	0:03:26	205.79	1080.53	18.90
196	17:57:52	18:01:12	0:03:20	200.21	1080.53	19.43
197	17:58:16	18:01:28	0:03:12	192.45	1080.53	20.21
198	17:58:26	18:01:59	0:03:33	213.08	1080.53	18.26
199	17:58:30	18:01:48	0:03:18	197.82	1080.53	19.66
200	17:58:30	18:01:51	0:03:21	200.80	1080.53	19.37
201	17:58:35	18:01:53	0:03:18	197.63	1080.53	19.68
202	17:59:23	18:02:35	0:03:12	192.00	1080.53	20.26
203	17:59:47	18:03:05	0:03:18	197.76	1080.53	19.67
204	18:00:03	18:03:33	0:03:30	209.95	1080.53	18.53



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION N°5

Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
205	18:00:17	18:03:30	0:03:13	192.81	1080.53	20.17
206	18:00:21	18:03:48	0:03:28	207.66	1080.53	18.73
207	18:00:37	18:04:00	0:03:23	203.13	1080.53	19.15
208	18:00:42	18:04:02	0:03:20	200.36	1080.53	19.41
209	18:01:07	18:04:23	0:03:16	195.88	1080.53	19.86
210	18:01:33	18:05:06	0:03:33	213.46	1080.53	18.22
211	18:01:54	18:05:18	0:03:23	203.45	1080.53	19.12
212	18:02:00	18:05:34	0:03:34	213.85	1080.53	18.19
213	18:02:01	18:05:25	0:03:24	204.16	1080.53	19.05
214	18:02:09	18:05:43	0:03:33	213.27	1080.53	18.24
215	18:02:21	18:05:35	0:03:14	194.12	1080.53	20.04
216	18:02:44	18:05:58	0:03:14	194.25	1080.53	20.03
217	18:02:52	18:06:13	0:03:21	201.42	1080.53	19.31
218	18:03:12	18:06:31	0:03:19	198.53	1080.53	19.59
219	18:03:16	18:06:50	0:03:33	213.37	1080.53	18.23
220	18:03:28	18:07:00	0:03:32	212.03	1080.53	18.35
221	18:03:39	18:07:01	0:03:22	202.30	1080.53	19.23
222	18:04:05	18:07:38	0:03:33	212.79	1080.53	18.28
223	18:04:09	18:07:22	0:03:13	192.65	1080.53	20.19
224	18:04:21	18:07:44	0:03:24	204.00	1080.53	19.07
225	18:04:43	18:07:56	0:03:12	192.20	1080.53	20.24
226	18:04:49	18:08:17	0:03:28	208.04	1080.53	18.70
227	18:05:01	18:08:31	0:03:29	209.23	1080.53	18.59
228	18:05:29	18:08:59	0:03:30	210.27	1080.53	18.50
229	18:05:34	18:08:55	0:03:21	200.78	1080.53	19.37
230	18:05:54	18:09:16	0:03:22	202.15	1080.53	19.24
231	18:06:30	18:09:56	0:03:26	206.10	1080.53	18.87
232	18:06:37	18:09:48	0:03:12	191.79	1080.53	20.28
233	18:06:37	18:10:10	0:03:33	212.75	1080.53	18.28
234	18:06:39	18:10:06	0:03:28	207.60	1080.53	18.74
235	18:06:57	18:10:25	0:03:29	208.92	1080.53	18.62
236	18:07:39	18:10:57	0:03:18	197.82	1080.53	19.66



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
237	18:07:48	18:11:04	0:03:17	196.59	1080.53	19.79
238	18:07:52	18:11:04	0:03:12	192.01	1080.53	20.26
239	18:07:55	18:11:25	0:03:29	209.21	1080.53	18.59
240	18:07:58	18:11:13	0:03:15	195.29	1080.53	19.92
241	18:08:03	18:11:27	0:03:25	204.51	1080.53	19.02
242	18:08:13	18:11:42	0:03:29	209.03	1080.53	18.61
243	18:08:17	18:11:32	0:03:14	194.48	1080.53	20.00
244	18:08:21	18:11:32	0:03:12	191.73	1080.53	20.29
245	18:08:52	18:12:09	0:03:17	196.98	1080.53	19.75
246	18:09:12	18:12:40	0:03:27	207.46	1080.53	18.75
247	18:09:19	18:12:48	0:03:29	209.33	1080.53	18.58
248	18:09:30	18:12:43	0:03:13	193.38	1080.53	20.12
249	18:09:30	18:12:59	0:03:29	209.04	1080.53	18.61
250	18:09:49	18:13:21	0:03:32	212.37	1080.53	18.32
251	18:09:52	18:13:21	0:03:29	208.51	1080.53	18.66
252	18:10:02	18:13:22	0:03:21	200.61	1080.53	19.39
253	18:10:15	18:13:29	0:03:14	193.73	1080.53	20.08
254	18:10:19	18:13:40	0:03:20	200.32	1080.53	19.42
255	18:10:30	18:14:00	0:03:30	210.09	1080.53	18.52
256	18:10:45	18:13:58	0:03:13	193.10	1080.53	20.14
257	18:11:07	18:14:33	0:03:26	205.75	1080.53	18.91
258	18:11:10	18:14:39	0:03:29	209.01	1080.53	18.61
259	18:11:10	18:14:43	0:03:33	213.25	1080.53	18.24
260	18:11:24	18:14:43	0:03:19	199.44	1080.53	19.50
261	18:11:56	18:15:10	0:03:14	193.68	1080.53	20.08
262	18:11:59	18:15:25	0:03:25	205.19	1080.53	18.96
263	18:12:10	18:15:27	0:03:18	197.52	1080.53	19.69
264	18:12:19	18:15:46	0:03:27	207.24	1080.53	18.77
265	18:12:25	18:15:54	0:03:29	209.01	1080.53	18.61
266	18:12:32	18:15:48	0:03:16	196.20	1080.53	19.83
267	18:12:38	18:15:56	0:03:19	198.81	1080.53	19.57
268	18:12:56	18:16:08	0:03:12	191.71	1080.53	20.29



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
FICHA DE OBSERVACION N°5						
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. EL SOL, CUSCO-2023					
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez					
	Bach. Valentina Traycy Ventura Laime					
Elemento:	Recolección del tiempo - Cálculo de velocidades hora punta					
Acceso:	NOROESTE (De Calle Mantas hacia Av. Tullumayu)					
N° de recorrido	Tiempo Inicial	Tiempo Final	Diferencia de Tiempo	Tiempo de recorrido (seg)	Distancia (m)	Velocidad (Km/Hr)
269	18:13:09	18:16:31	0:03:22	202.21	1080.53	19.24
270	18:13:14	18:16:29	0:03:16	195.96	1080.53	19.85
271	18:13:16	18:16:45	0:03:30	209.50	1080.53	18.57
272	18:13:22	18:16:41	0:03:19	198.97	1080.53	19.55
273	18:13:30	18:16:54	0:03:24	203.56	1080.53	19.11
274	18:13:34	18:17:04	0:03:29	209.24	1080.53	18.59
275	18:13:38	18:16:53	0:03:15	195.43	1080.53	19.90
276	18:13:40	18:17:13	0:03:33	212.87	1080.53	18.27
277	18:13:41	18:17:09	0:03:28	208.31	1080.53	18.67
278	18:13:57	18:17:23	0:03:26	206.37	1080.53	18.85
279	18:14:29	18:17:56	0:03:27	207.29	1080.53	18.77
280	18:14:35	18:17:49	0:03:15	194.74	1080.53	19.98
281	18:14:38	18:17:59	0:03:20	200.43	1080.53	19.41
282	18:14:44	18:18:10	0:03:26	206.19	1080.53	18.87
283	18:14:47	18:18:11	0:03:24	204.28	1080.53	19.04
284	18:14:59	18:18:28	0:03:30	209.76	1080.53	18.54
Velocidad Promedio Total (Km/Hr)					19.25	

Fuente: Elaboración propia



Anexo N°6: Tiempos semafóricos

Tabla N° 160. Características semafóricas de la primera intersección - 1

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Av. El Sol- Calle Mantas								
Fase:	N°1								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X				X
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja		02//40						
	Luz Amarilla		03//03						
	Luz Verde		45//27						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 161. Características semafóricas de la primera intersección - 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Av. El Sol- Calle Mantas								
Fase:	N°2								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X				X
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja		02//70						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		45						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 162. Características semafóricas de la primera intersección - 3

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Av. El Sol- Calle Mantas								
Fase:	N°3								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X				X
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja		02//22/02						
	Luz Amarilla		03//03//03						
	Luz Verde		45//27//13						

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 163. Características semafóricas de la primera intersección - 4

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4								
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023							
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime							
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS							
Intersección:	Av. El Sol- Calle Mantas							
Fase:	N°4							
Fecha:	30/04/2023							
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo		
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
		X			X		X	
Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		48 // 02 // 15 // 02					
	Luz Amarilla		03 // 03					
	Luz Verde		30 // 17					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 164. Características semafóricas de la tercera intersección - 1

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4								
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023							
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime							
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS							
Intersección:	Av. El Sol- Ayacucho							
Fase:	N°1							
Fecha:	30/04/2023							
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo		
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
		X			X			X
Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		04//58					
	Luz Amarilla		3					
	Luz Verde		55					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 165. Características semafóricas de la tercera intersección - 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4								
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023							
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime							
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS							
Intersección:	Av. El Sol- Ayacucho							
Fase:	N°2							
Fecha:	30/04/2023							
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo		
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
		X			X			X
Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		04//58					
	Luz Amarilla		3					
	Luz Verde		55					

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 166. Características semafóricas de la quinta intersección - 1

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMÁFORICAS								
Intersección:	Puente Rosario - Av. El Sol- Calle Arrayaniyoq								
Fase:	N°1								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X				X
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja		33 // 02 // 39						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		43						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 167. Características semafóricas de la quinta intersección - 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMÁFORICAS								
Intersección:	Puente Rosario - Av. El Sol- Calle Arrayaniyoq								
Fase:	N°2								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X				X
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja		33 // 02 // 02						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		80						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 168. Características semafóricas de la quinta intersección - 3

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMÁFORICAS								
Intersección:	Puente Rosario - Av. El Sol- Calle Arrayaniyoq								
Fase:	N°3								
Fecha:	30/04/2023								
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	
		X			X				X
Fase semafórica									
Tiempo	Luz Roja		02 // 85						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		30						

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 169. Características semafóricas de la quinta intersección - 4

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Puente Rosario - Av. El Sol- Calle Arrayanniyoq								
Fase:	N°4								
Fecha:	30/04/2023								
	Estado		Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
			X			X			X
	Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		02//50						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		30//35						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 170. Características semafóricas de la sexta intersección - 1

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Av. El Sol- Av. Garcilaso								
Fase:	N°1								
Fecha:	30/04/2023								
	Estado		Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
			X			X			X
	Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		04//53						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		60						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 171. Características semafóricas de la sexta intersección - 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4									
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023								
Tesistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime								
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS								
Intersección:	Av. El Sol- Av. Garcilaso								
Fase:	N°2								
Fecha:	30/04/2023								
	Estado		Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo			
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
			X			X			X
	Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		25 // 04 // 53						
	Luz Amarilla		3						
	Luz Verde		35						

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 172. Características semafóricas de la sexta intersección - 3

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4								
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023							
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime							
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS							
Intersección:	Av. El Sol- Av. Garcilaso							
Fase:	N°3							
Fecha:	30/04/2023							
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo		
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
		X			X			X
Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		63 // 04					
	Luz Amarilla		3					
	Luz Verde		50					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 173. Características semafóricas de la sexta intersección - 4

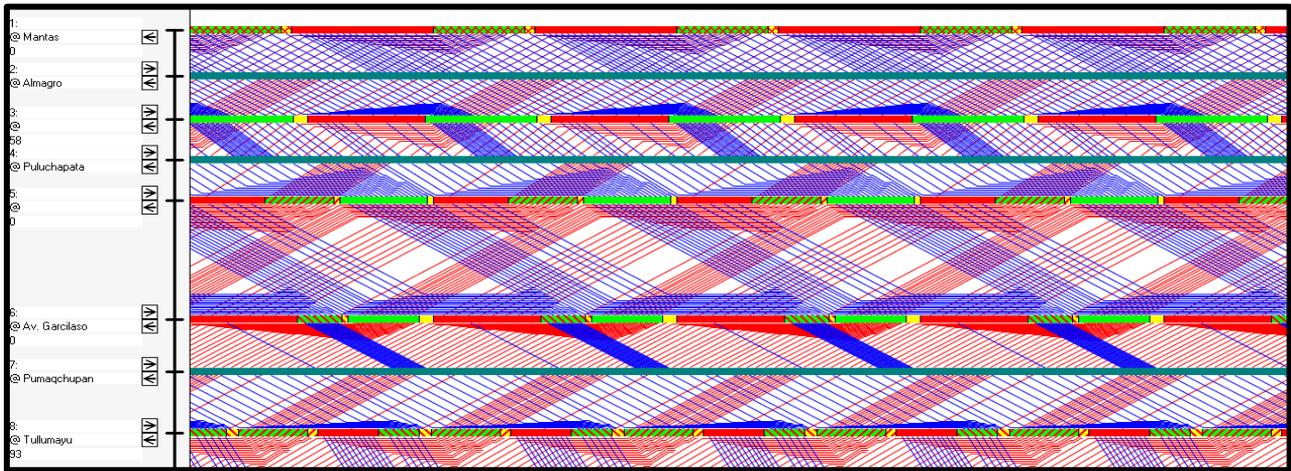
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
FICHA DE OBSERVACIÓN N° 4								
Tesis:	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO, TIEMPO SEMAFÓRICO Y VOLUMEN SOBRE CAPACIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV EL SOL, CUSCO-2023							
Tesisistas:	Bach. Yuliana Kareliz Alvarez Velasquez Bach. Valentina Traycy Ventura Laime							
Elemento:	CARACTERISTICAS SEMAFORICAS							
Intersección:	Av. El Sol- Av. Garcilaso							
Fase:	N°4							
Fecha:	30/04/2023							
Estado			Visibilidad del semáforo			Visibilidad de los colores del Semáforo		
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
		X			X			X
Fase semafórica								
Tiempo	Luz Roja		33 // 04 // 03					
	Luz Amarilla		3					
	Luz Verde		27 // 50					

Fuente: Elaboración propia



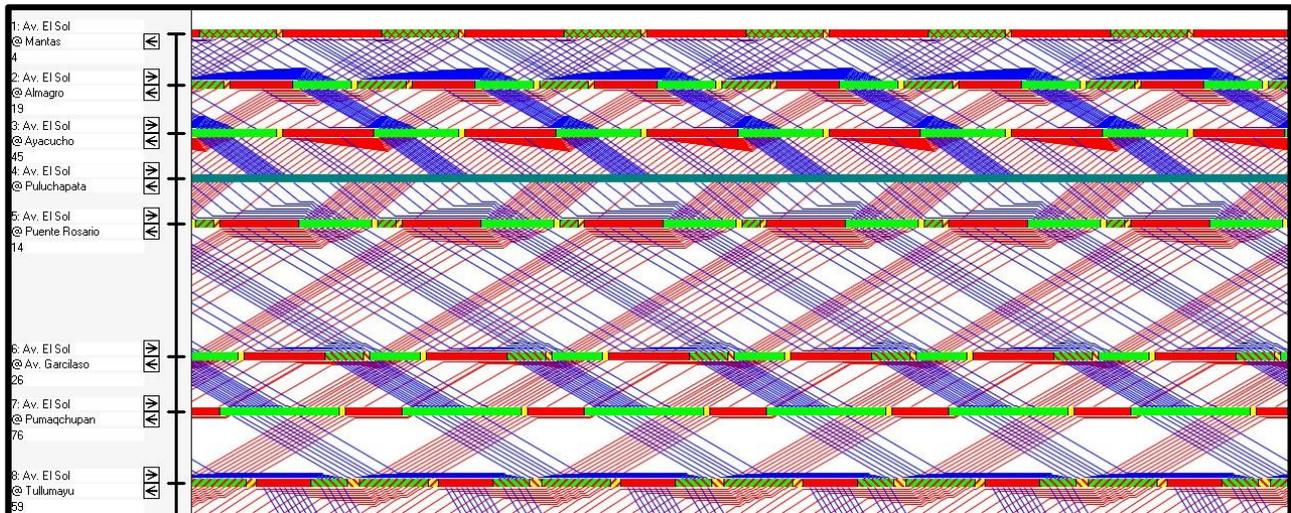
Anexo N°7: Diagrama espacio – tiempo

Figura N° 113. Situación actual



Fuente: Software Synchro 11.00

Figura N° 114. Situación con efectos de la ola verde



Fuente: Software Synchro 11.00