



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LA CONGESTION VEHICULAR DE LA AVENIDA DE LA CULTURA, CUSCO 2021"

Presentado por los bachilleres:

- Sayán Galdos, Winny Patricia.
- Solís Farfán, Nilton Cesar.

“Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil”

Asesor: Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez

CUSCO – PERÚ

2021



Dedicatoria

A Dios, a mi madre la Virgen Asunta por bendecir mi vida.

A mi abuela Carmela, por enseñarme el verdadero significado de la lucha constante y la perseverancia.

A mis padres Ernesto y Dianet, sé que están orgullosos porque este logro, es también de ustedes.

A mi Abuelo Gualberto y mis tías Fiorella y Ninoska, por guiarme al camino correcto, enseñándome con su ejemplo y por estar siempre junto a mí, brindándome su apoyo y consejos.

A mi novio Carlos, por ser un soporte invaluable durante todo este proceso.

Patricia

A Dios y a la Virgen, por la vida que me brindan.

A mis Padres Gregorio, Celinda y Soledad por el amor incondicional.

A mis tías Gladiz, Sophia, Lizbeth y Javier que siempre estuvieron, están y estarán a mi lado, brindándome su apoyo.

A Nancy, el amor de mi vida, quien fue y es el impulso que necesito para lograr todos mis sueños.

A Nina Del Carmen, quien es mi inspiración, mi fuerza, mi vida.

Nilton



Agradecimientos

A Dios y la Virgen por guiarnos en nuestros pasos y siempre cuidarnos.

A nuestro asesor de tesis, Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez, por guiarnos en la elaboración de esta tesis y por brindarnos su apoyo.

A nuestro coasesor de tesis, Ing. Ed Gutierrez Carlotto, por todo su apoyo, dedicación, confianza y paciencia en la elaboración de nuestra tesis. Estamos muy agradecidos por todos los conocimientos nuevos que nos ha transmitido, así como por su interés activo en todo momento.

A todos nuestros amigos de la escuela profesional, muchas gracias por toda su colaboración y por demostrarnos su sincera amistad.

Patricia y Nilton



Resumen

Uno de los problemas que cada día más se agudiza en la ciudad del Cusco es el congestionamiento vehicular.

El incremento del parque automotor es el principal factor que ocasiona este problema, por lo que se observan que casi todas las calles y avenidas principales de la ciudad están saturadas y hacen colapsar la capacidad de la infraestructura; es decir, el aumento del flujo vehicular en las calles y avenidas de nuestra ciudad ocasiona congestión, largas colas, demoras y hacen que los niveles de servicio sean deficientes. La zona en estudio se encuentra ubicado en los distritos de Wanchaq y Cusco y la vía intervenida es la avenida De La Cultura en todo su tramo desde la intersección con la Calle Santa Úrsula hasta la intersección con la Calle Huayna Capac atravesando avenidas importantes como la avenida Diagonal Angamos y Víctor Raúl Haya. Esta avenida es una de las más transitadas de la ciudad a causa del centro comercial más grande de la ciudad, además de colegios, universidades, entre otros, que se encuentran en la arteria vial.

Por estos motivos, esta investigación tiene como objetivo principal mitigar la congestión vehicular de la Av. De La Cultura en el todo el tramo de estudio y así poder mejorar los niveles de servicio en sus intersecciones semaforizadas con ayuda de la implementación de la ola verde por medio del modelamiento y simulación en el software Synchro 10. Para poder realizar esta investigación se tuvieron que recopilar datos de campo como el aforo vehicular para la determinación de la hora punta y el volumen horario de máxima demanda vehicular, además realizamos la medición de los tiempos o ciclos semafóricos y sus faces en un día típico de la semana. Es así que, con toda la información recaudada en el trabajo de campo, se obtuvieron los niveles de servicio y grados de saturación actuales para así posteriormente poder evaluar la zona de estudio a fin de implementar la ola verde y lograr optimizar el tránsito.

Finalmente, con las modificaciones de gestión de tráfico y la implementación de la ola verde se obtuvieron mejoras notables en los niveles de servicio en las intersecciones semaforizadas, asimismo, las demoras en las intersecciones disminuyeron favorablemente, además, el tiempo de recorrido de un punto extremo al otro, mejoró considerablemente, gracias a la sincronización progresiva del color verde de los semáforos en cada intersección semaforizada.

Palabras clave: Sistema Ola verde, tiempo semafórico, congestión vehicular, flujo vehicular.



Abstract

One of the problems that is becoming more acute in the city of Cusco is traffic congestion. The increase in the number of vehicles is the main factor causing this problem, which is why it is observed that almost all the main streets and avenues of the city are saturated and make the infrastructure capacity collapse; In other words, the increase in vehicular flow in the streets and avenues of our city causes congestion, long lines, delays and makes service levels deficient. The area under study is located in the districts of Wanchaq and Cusco and the intervened road is La Cultura Avenue in its entire stretch from the intersection with Santa Úrsula Street to the intersection with Huayna Capac Street, crossing important avenues such as Diagonal Angamos avenue and Víctor Raúl Haya. This avenue is one of the busiest in the city because of the largest commercial center in the city, as well as schools, universities, among others, which are located on the road artery.

For these reasons, the main objective of this research is to mitigate the traffic congestion of La Cultura avenue in the entire study section and thus be able to improve service levels in its traffic light intersections with the help of the implementation of the green wave by means of modeling and simulation in the Synchro 10 software. In order to carry out this investigation, field data such as vehicle capacity had to be collected to determine the peak hour and the hourly volume of maximum vehicle demand, we also measured the times or traffic light cycles and their faces on a typical day of the week. Thus, with all the information collected in the field work, the current service levels and degrees of saturation were obtained in order to subsequently be able to evaluate the study area in order to implement the green wave and optimize traffic.

Finally, with the changes in traffic management and the implementation of the green wave, notable improvements were obtained in service levels at signalized intersections, likewise, delays at intersections favorably decreased, in addition, the travel time to an extreme point on the other, it improved considerably, thanks to the progressive synchronization of the green color of the traffic lights at each signalized intersection.

Keywords: Green wave system, traffic light timer, traffic congestion, traffic flow.



Introducción

Hace años las urbes vienen atravesando grandes problemas que están directamente relacionados a la falta de organización y planeación, además tenemos los malos criterios de diseños en las coordinaciones de tiempos semafóricos en sus vías, Todos estos problemas se pueden reconocer de manera inmediata ya que el factor que causa dichos problemas es la demanda de las vías dentro de una urbe, esto causa que el flujo vehicular venga saturándose, produciendo así incrementos en los tiempos de viajes por eso todos estos asuntos son los que nos preocupan, como la seguridad, la congestión vehicular y los accidentes de tránsito. Cabe mencionar que estos problemas son producidos comúnmente en las horas punta u horas pico, donde los usuarios además de tener una pérdida de tiempo también realizan pérdida de combustible.

En la presente investigación buscamos solucionar dichos problemas mediante una solución ingenieril que es la de diseñar adecuadamente los tiempos semafóricos para una de las avenidas más importantes de nuestra ciudad, la Avenida de la Cultura, que se encuentra ubicada en los distritos de Wanchaq y Cusco.

Además de mitigar algunos de estos problemas buscamos reducir los tiempos de viaje de los usuarios tanto del transporte público como del transporte privado que son usuarios de la zona en estudio.

Este tipo de estudio no es muy común en nuestra región por lo que esperamos que sirva de base para próximos análisis de diseños de tiempos semafóricos y así poder mejorar los niveles de servicio de las vías urbanas de nuestra ciudad.



Índice General

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Introducción.....	v
Índice General.....	vi
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	xv
Índice de Ecuaciones	xxi
Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	1
1.1. Identificación del Problema	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema	3
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación	4
1.2.1. Justificación técnica	4
1.2.2. Justificación social	4
1.2.3. Justificación por viabilidad	4
1.2.4. Justificación por relevancia	4
1.3. Limitaciones de la Investigación	5
1.3.1. Limitaciones de espacio	5
1.3.2. Limitaciones de tiempo	5
1.3.3. Limitaciones de datos	5
1.3.4. Limitaciones de bibliografía.....	7
1.4. Objetivos de la Investigación.....	7
1.4.1. Objetivo general	7



1.4.2. Objetivos específicos.....	7
Capítulo II. Marco teórico	9
2.1 Antecedentes	9
2.1.1 Antecedentes a nivel nacional	9
2.1.2 Antecedentes a nivel internacional.....	11
2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes	14
2.2.1 Red vial.....	14
2.2.2 Primeros caminos	16
2.2.3 Características geométricas	17
2.2.4 Señalética vertical.....	20
2.2.5 Congestionamiento.....	23
2.2.6 Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad	27
2.2.7 Tiempo semafórico.....	43
2.2.8. Escalas de modelación del transito.....	53
2.2.9. Tránsito futuro	57
2.3 Hipótesis	57
2.3.1 Hipótesis general	57
2.3.2 Sub hipótesis.....	57
2.4 Definición de Variables	58
2.4.1 Variables independientes.....	58
2.4.2 Variables dependientes.....	58
2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables	59
Capítulo III: Metodología.....	60
3.1 Metodología de la Investigación.....	60
3.1.1 Enfoque de la investigación	60
3.1.2 Nivel o alcance de la investigación	60
3.1.3 Método de investigación	61



3.2	Diseño de la Investigación	61
3.2.1	Diseño metodológico.....	61
3.2.2	Diseño de ingeniería.....	61
3.3	Población y Muestra	64
3.3.1	Población	64
3.3.2	Muestra.....	64
3.3.3	Criterios de inclusión.....	76
3.4	Instrumentos.....	76
3.4.1	Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos	76
3.4.2	Instrumentos de ingeniería	79
3.5	Procedimientos de Recolección de Datos	79
3.5.1	Volúmenes de transito	79
3.5.2	Características geométricas	160
3.6	Procedimientos de Análisis de Datos.....	188
3.6.1	Modelamiento en el programa Synchro 10.0	188
3.6.2	Sistema Ola verde.....	189
3.6.3	Comparación de los niveles de servicio del HCM con ICU.....	193
Capítulo IV: Resultados		194
4.2	Cuadro Comparativo de las dos Situaciones.....	194
4.3	Tiempos Semaforicos Verdes.	196
Capítulo V: Discusión		197
Glosario		199
Conclusiones.....		205
Recomendaciones		208
Referencias		210
ANEXOS		212
Matriz de Consistencia		212



Índice de Tablas

Tabla N° 1. Coordenadas Geográficas	5
Tabla N° 2. Cuadro resumen sobre niveles de servicio (HCM)	34
Tabla N° 3. Valores de ICU	36
Tabla N° 4. Valores de factor de ajuste por ancho de carriles	38
Tabla N° 5. Valores de <i>EL</i> para cálculo de Factor de ajuste por vueltas a la izquierda .	42
Tabla N° 6. Valores de <i>ER</i> para cálculo de Factor de ajuste por vueltas a la derecha ...	43
Tabla N° 7. Cuadro de operacionalización de variables.....	59
Tabla N° 8. Formato de Clasificación Vehicular	76
Tabla N° 9. Formato inventario vial topografía	78
Tabla N° 10. Formato inventario vial señalización	78
Tabla N° 11. Aforos del carril de subida	81
Tabla N° 12. Aforos del carril de bajada	82
Tabla N° 13. Intersección número 1 (S - N).....	119
Tabla N° 14. Intersección número 1 (E - O)	119
Tabla N° 15. Intersección número 1 (O - E)	119
Tabla N° 16. Intersección número 2 (N - S).....	120
Tabla N° 17. Intersección número 2 (S - N).....	120
Tabla N° 18. Intersección número 2 (E - O)	120
Tabla N° 19. Intersección número 2 (O - E)	120
Tabla N° 20. Intersección número 3 (N - S).....	121
Tabla N° 21. Intersección número 3 (S - N).....	121
Tabla N° 22. Intersección número 3 (E - O)	121
Tabla N° 23. Intersección número 3 (O - E)	121
Tabla N° 24. Intersección número 4 (S - N).....	122
Tabla N° 25. Intersección número 4 (E - O)	122
Tabla N° 26. Intersección número 4 (O - E)	122
Tabla N° 27. Intersección número 5 (S - N).....	123
Tabla N° 28. Intersección número 5 (E - O)	123
Tabla N° 29. Intersección número 5 (O - E)	123
Tabla N° 30. Intersección número 6 (S - N).....	124
Tabla N° 31. Intersección número 6 (E - O)	124



Tabla N° 32. Intersección número 6 (O - E)	124
Tabla N° 33. Intersección número 7 (N - S).....	125
Tabla N° 34. Intersección número 7 (S - N).....	125
Tabla N° 35. Intersección número 7 (E - O)	125
Tabla N° 36. Intersección número 7 (O - E)	125
Tabla N° 37. Intersección número 8 (N - S).....	126
Tabla N° 38. Intersección número 8 (E - O)	126
Tabla N° 39. Intersección número 8 (O - E)	126
Tabla N° 40. Intersección número 9 (N - S).....	127
Tabla N° 41. Intersección número 9 (E - O)	127
Tabla N° 42. Intersección número 9 (O - E)	127
Tabla N° 43. Intersección número 10 (N - S).....	128
Tabla N° 44. Intersección número 10 (S - N).....	128
Tabla N° 45. Intersección número 10 (E - O)	128
Tabla N° 46. Intersección número 10 (O - E)	128
Tabla N° 47. Intersección número 11 (S - N).....	129
Tabla N° 48. Intersección número 11 (E - O)	129
Tabla N° 49. Intersección número 11 (O - E)	129
Tabla N° 50. Tasa de Crecimiento	143
Tabla N° 51. Proyección de Tráfico - Intersección número 1	144
Tabla N° 52. Proyección de Tráfico - Intersección número 2	144
Tabla N° 53. Proyección de Tráfico - Intersección número 3	145
Tabla N° 54. Proyección de Tráfico - Intersección número 4	145
Tabla N° 55. Proyección de Tráfico - Intersección número 5	146
Tabla N° 56. Proyección de Tráfico - Intersección número 6	146
Tabla N° 57. Proyección de Tráfico - Intersección número 7	147
Tabla N° 58. Proyección de Tráfico - Intersección número 8	147
Tabla N° 59. Proyección de Tráfico - Intersección número 9	148
Tabla N° 60. Proyección de Tráfico - Intersección número 10	148
Tabla N° 61. Proyección de Tráfico - Intersección número 11	149
Tabla N° 62. Proyección de Tráfico - Intersección A	149
Tabla N° 63. Proyección de Tráfico - Intersección B	150
Tabla N° 64. Proyección de Tráfico - Intersección C	150
Tabla N° 65. Proyección de Tráfico - Intersección D	151



Tabla N° 66. Proyección de Tráfico - Intersección E.....	151
Tabla N° 67. Proyección de Tráfico - Intersección F.....	152
Tabla N° 68. Proyección de Tráfico - Intersección G.....	152
Tabla N° 69. Proyección de Tráfico - Intersección H.....	153
Tabla N° 70. Proyección de Tráfico - Intersección I.....	153
Tabla N° 71. Proyección de Tráfico - Intersección J.....	154
Tabla N° 72. Proyección de Tráfico - Intersección K.....	154
Tabla N° 73. Proyección de Tráfico - Intersección L.....	155
Tabla N° 74. Proyección de Tráfico - Intersección M.....	155
Tabla N° 75. Proyección de Tráfico - Intersección N.....	156
Tabla N° 76. Proyección de Tráfico - Intersección Ñ.....	156
Tabla N° 77. Proyección de Tráfico - Intersección O.....	157
Tabla N° 78. Proyección de Tráfico - Intersección P.....	157
Tabla N° 79. Proyección de Tráfico - Intersección Q.....	158
Tabla N° 80. Proyección de Tráfico - Intersección R.....	158
Tabla N° 81. Proyección de Tráfico - Intersección S.....	159
Tabla N° 82. Proyección de Tráfico - Intersección T.....	159
Tabla N° 83. Datos Generales Inventario Vial.....	163
Tabla N° 84. Topografía – Carril de Subida.....	164
Tabla N° 85. Topografía – Carril de Bajada.....	164
Tabla N° 86. Tiempos de viaje.....	186
Tabla N° 87. Factor de Ajuste en intersecciones.....	187
Tabla N° 88. Factor de Ajuste en Intersecciones 10 y 11.....	187
Tabla N° 89. Comparación de los niveles de servicio del HCM con el ICU.....	193
Tabla N° 90. Resultados situación actual - Ola Verde.....	194
Tabla N° 91. Resultados de Tiempos semaforicos verdes.....	196
Tabla N° 92: Matriz de consistencia.....	212
Tabla N° 93. Balanceos tramo Av. Huáscar - Calle Huayna Cápac.....	213
Tabla N° 94. Balanceos tramo Calle Huayna Cápac - Calle Retiro.....	213
Tabla N° 95. Balanceos tramo Calle Retiro – Ovalo Garcilaso.....	213
Tabla N° 96. Balanceos tramo Ovalo Garcilaso - Calle Tupac Amaru.....	213
Tabla N° 97. Balanceos tramo Tupac Amaru – Mariscal Gamarra.....	214
Tabla N° 98. Balanceos tramo Mariscal Gamarra - Chachacomayoc.....	214
Tabla N° 99. Balanceos tramo Chachacomayoc – Pedro Vilcapaza.....	214



Tabla N° 100. Balanceos tramo Pedro Vilcapaza - Universitaria	214
Tabla N° 101. Balanceos tramo Universitaria – Anselmo Alvarez.....	215
Tabla N° 102. Balanceos tramo Anselmo Alvarez – Lloque Yupanqui.....	215
Tabla N° 103. Balanceos tramo Lloque Yupanqui - Cahuide	215
Tabla N° 104. Balanceos tramo Cahuide – Del Solar.	215
Tabla N° 105. Balanceos tramo Del Solar Victor Haya	216
Tabla N° 106. Balanceos Victor Haya – M. Carrasco.....	216
Tabla N° 107. Balanceos tramo M. Carrasco - Tambohuacso	216
Tabla N° 108. Balanceos tramo Tambohuacso - Manzanares.....	216
Tabla N° 109. Balanceos tramo Manzanares – Diagonal Angamos.	217
Tabla N° 110. Balanceos tramo Diagonal Angamos - Machupicchu.....	217
Tabla N° 111. Balanceos tramo Machupicchu – Julio C. Tello	217
Tabla N° 112. Balanceos tramo Julio C. Tello – Jose Carlos Mariategui	217
Tabla N° 113. Balanceos tramo Jose Carlos Mariategui – Abram Valdelomar	218
Tabla N° 114. Balanceos tramo Abram Valdelomar – Ricardo Palma	218
Tabla N° 115. Balanceos tramo Ricardo Palma – David Chaparro	218
Tabla N° 116. Balanceos tramo David Chaparro – Roberto Acosta	218
Tabla N° 117. Balanceos tramo Roberto Acosta – Gordon Magne	219
Tabla N° 118. Balanceos tramo Gordon Magne – Humberto Vidal Hunda.....	219
Tabla N° 119. Balanceos tramo Humberto Vidal – Gudiel Torres	219
Tabla N° 120. Balanceos Gudiel Torres – Alfredo Yopez Miranda.....	219
Tabla N° 121. Balanceos tramo Alfredo Yopez Miranda - Marcavalle	220
Tabla N° 122. Balanceos tramo Marcavalle - Cervecero.	220
Tabla N° 123. Balanceos tramo Cervecero – Santa Úrsula.	220
Tabla N° 124. Balanceos tramo Santa Úrsula – Camino Real	220
Tabla N° 125. Ovalo (N - S).....	222
Tabla N° 126. Ovalo (S - N).....	222
Tabla N° 127. Ovalo (E - O)	223
Tabla N° 128. Ovalo (O - E)	223
Tabla N° 129. Intersección A (N - S)	224
Tabla N° 130. Intersección A (E - O).....	224
Tabla N° 131. Intersección A (O - E).....	224
Tabla N° 132. Intersección B (S - N)	225
Tabla N° 133. Intersección B (E - O)	225



Tabla N° 134. Intersección B (O - E)	225
Tabla N° 135. Intersección C (N - S)	226
Tabla N° 136. Intersección C (E - O)	226
Tabla N° 137. Intersección C (O - E)	226
Tabla N° 138. Intersección D (S - N)	227
Tabla N° 139. Intersección D (E - O)	227
Tabla N° 140. Intersección D (O - E)	227
Tabla N° 141. Intersección E (N - S)	228
Tabla N° 142. Intersección E (E - O)	228
Tabla N° 143. Intersección E (O - E)	228
Tabla N° 144. Intersección F (S - N)	229
Tabla N° 145. Intersección F (E - O)	229
Tabla N° 146. Intersección F (O - E)	229
Tabla N° 147. Intersección G (N - S)	230
Tabla N° 148. Intersección G (E - O)	230
Tabla N° 149. Intersección G (O - E)	230
Tabla N° 150. Intersección H (S - N)	231
Tabla N° 151. Intersección H (E - O)	231
Tabla N° 152. Intersección H (O - E)	231
Tabla N° 153. Intersección I (S - N)	232
Tabla N° 154. Intersección I (E - O)	232
Tabla N° 155. Intersección I (O - E)	232
Tabla N° 156. Intersección J (N - S)	233
Tabla N° 157. Intersección J (E - O)	233
Tabla N° 158. Intersección J (O - E)	233
Tabla N° 159. Intersección K (N - S)	234
Tabla N° 160. Intersección K (S - N)	234
Tabla N° 161. Intersección K (E - O)	234
Tabla N° 162. Intersección K (O - E)	234
Tabla N° 163. Intersección L (S - N)	235
Tabla N° 164. Intersección L (E - O)	235
Tabla N° 165. Intersección L (O - E)	235
Tabla N° 166. Intersección M (S - N)	236
Tabla N° 167. Intersección M (E - O)	236



Tabla N° 168. Intersección M (O - E)	236
Tabla N° 169. Intersección N (S - N)	237
Tabla N° 170. Intersección N (E - O)	237
Tabla N° 171. Intersección N (O - E)	237
Tabla N° 172. Intersección Ñ (S - N)	238
Tabla N° 173. Intersección Ñ (E - O)	238
Tabla N° 174. Intersección Ñ (O - E)	238
Tabla N° 175. Intersección O (S - N)	239
Tabla N° 176. Intersección O (E - O)	239
Tabla N° 177. Intersección O (O - E)	239
Tabla N° 178. Intersección P (S - N)	240
Tabla N° 179. Intersección P (E - O)	240
Tabla N° 180. Intersección P (O - E)	240
Tabla N° 181. Intersección Q (S - N)	241
Tabla N° 182. Intersección Q (E - O)	241
Tabla N° 183. Intersección Q (O - E)	241
Tabla N° 184. Intersección R (S - N)	242
Tabla N° 185. Intersección R (E - O)	242
Tabla N° 186. Intersección R (O - E)	242
Tabla N° 187. Intersección S (S - N)	243
Tabla N° 188. Intersección S (E - O)	243
Tabla N° 189. Intersección S (O - E)	243
Tabla N° 190. Intersección T (S - N)	244
Tabla N° 191. Intersección T (E - O)	244
Tabla N° 192. Intersección T (O - E)	244
Tabla N° 193. Proyección de Tráfico - Ovalo Garcilazo	245



Índice de Figuras

Figura N° 1. Congestión vehicular reportada por noticiero local.....	1
Figura N° 2. Tráfico vehicular en Av. De La Cultura	2
Figura N° 3. Congestión vehicular con la presencia de la ciclovía	2
Figura N° 4. Señales Regulatoras o Reglamentarias	21
Figura N° 5. Señales de Prevención	21
Figura N° 6. Señales informativas.....	22
Figura N° 7. Esquema de Manhein.....	23
Figura N° 8. Importancia del tráfico en el sistema de transporte	24
Figura N° 9. Diagrama de Colas.....	26
Figura N° 10. Niveles de Servicio según ICG.....	33
Figura N° 11. Soporte de semáforo tipo poste	44
Figura N° 12. Soporte de semáforo tipo ménsula.....	44
Figura N° 13. Configuración de cabeza de semáforos	45
Figura N° 14. Cara de un semáforo	45
Figura N° 15. Configuración de caras de semáforos	46
Figura N° 16. Unidad de control de semáforo.....	48
Figura N° 17. Fases en una intersección con semáforo.....	50
Figura N° 18. Diagrama de fases en una intersección con semáforo	50
Figura N° 19. Ejemplo de Ola Verde en otras ciudades.....	56
Figura N° 20. Sistema de Control de tránsito.....	56
Figura N° 21. Proceso cuantitativo.....	60
Figura N° 22. Diseño de Ingeniería adaptada.....	63
Figura N° 23. Representación de una muestra como subgrupo.....	64
Figura N° 24. Intersección número 1	65
Figura N° 25. Intersección número 2	65
Figura N° 26. Intersección número 3	65
Figura N° 27. Intersección número 4	66
Figura N° 28. Intersección número 5	66
Figura N° 29. Intersección número 6	66
Figura N° 30. Intersección número 7	67
Figura N° 31. Intersección número 8	67
Figura N° 32. Intersección número 9	67



Figura N° 33. Intersección número 10	68
Figura N° 34. Intersección número 11	68
Figura N° 35. Intersección A	68
Figura N° 36. Intersección B	69
Figura N° 37. Intersección C	69
Figura N° 38. Intersección D	69
Figura N° 39. Intersección E	70
Figura N° 40. Intersección F	70
Figura N° 41. Intersección G	70
Figura N° 42. Intersección H	71
Figura N° 43. Intersección I	71
Figura N° 44. Intersección J	71
Figura N° 45. Intersección K	72
Figura N° 46. Intersección L	72
Figura N° 47. Intersección M	72
Figura N° 48. Intersección N	73
Figura N° 49. Intersección Ñ	73
Figura N° 50. Intersección O	73
Figura N° 51. Intersección P	74
Figura N° 52. Intersección Q	74
Figura N° 53. Intersección R	74
Figura N° 54. Intersección S	75
Figura N° 55. Intersección T	75
Figura N° 56. Formato para aforos vehiculares manuales	77
Figura N° 57. Ubicación de la cámara filmadora	80
Figura N° 58. Cámara Filmadora instalada	80
Figura N° 59. Hora punta	83
Figura N° 60. Estación para aforador número uno	84
Figura N° 61. Estación para aforador número dos	85
Figura N° 62. Filmación en la estación número 20	85
Figura N° 63. Filmación en la estación número 18	86
Figura N° 64. Flujograma intersección número 1	87
Figura N° 65. Flujograma intersección número 2	88
Figura N° 66. Flujograma intersección número 3	89



Figura N° 67. Flujograma intersección número 4	90
Figura N° 68. Flujograma intersección número 5	91
Figura N° 69. Flujograma intersección número 6	92
Figura N° 70. Flujograma intersección número 7	93
Figura N° 71. Flujograma intersección número 8	94
Figura N° 72. Flujograma intersección número 9	95
Figura N° 73. Flujograma intersección número 10	96
Figura N° 74. Flujograma intersección número 11	97
Figura N° 75. Flujograma intersección A.....	98
Figura N° 76. Flujograma intersección B.....	99
Figura N° 77. Flujograma intersección C.....	100
Figura N° 78. Flujograma intersección D.....	101
Figura N° 79. Flujograma intersección E.....	102
Figura N° 80. Flujograma intersección F	103
Figura N° 81. Flujograma intersección G.....	104
Figura N° 82. Flujograma intersección H.....	105
Figura N° 83. Flujograma intersección I.....	106
Figura N° 84. Flujograma intersección J.....	107
Figura N° 85. Flujograma intersección K.....	108
Figura N° 86. Flujograma intersección L	109
Figura N° 87. Flujograma intersección M.....	110
Figura N° 88. Flujograma intersección N.....	111
Figura N° 89. Flujograma intersección Ñ.....	112
Figura N° 90. Flujograma intersección O.....	113
Figura N° 91. Flujograma intersección P	114
Figura N° 92. Flujograma intersección Q.....	115
Figura N° 93. Flujograma intersección R.....	116
Figura N° 94. Flujograma intersección S	117
Figura N° 95. Flujograma intersección T	118
Figura N° 96. Configuración Nema Santa Úrsula – Av. de la Cultura	135
Figura N° 97. Configuración Nema Av. Rafael Aguilar – Av. Perú - Av. de la Cultura	135
Figura N° 98. Configuración Nema av. Gordon Margen – av. José Gabriel Cosio - Av. de la Cultura	135



Figura N° 99. Configuración Nema jr. Ricardo Palma – Av. de La Cultura.....	136
Figura N° 100. Configuración Nema Av. Julio C. Tello – Av. Sacsayhuaman - Av. de La Cultura.....	136
Figura N° 101. Configuración Nema Av. Diagonal Angamos – Av. de La Cultura....	136
Figura N° 102. Configuración Nema Jr. Hermanos Ayar – Av. Victor Raul Haya - Av. de La Cultura	136
Figura N° 103. Configuración Nema Av. Universitaria – Av. de La Cultura.....	136
Figura N° 104. Configuración Nema Av. Mariscal Gamarra – Av. de la Cultura	137
Figura N° 105. Configuración Nema Av. Tacna – Jr. Retiro - Av. de La Cultura.....	137
Figura N° 106. Configuración Nema Av. Huayna Capac – Av. de la cultura.....	137
Figura N° 107. Tiempo semafórico - Intersección número 1	137
Figura N° 108. Tiempo semafórico - Intersección número 2	137
Figura N° 109. Tiempo semafórico - Intersección número 3	138
Figura N° 110. Tiempo semafórico - Intersección número 4.....	139
Figura N° 111. Tiempo semafórico - Intersección número 5	139
Figura N° 112. Tiempo semafórico - Intersección número 6	140
Figura N° 113. Tiempo semafórico - Intersección número 7	140
Figura N° 114. Tiempo semafórico - Intersección número 8.....	141
Figura N° 115. Tiempo semafórico - Intersección número 9	141
Figura N° 116. Tiempo semafórico - Intersección número 10.....	142
Figura N° 117. Tiempo semafórico - Intersección número 11	142
Figura N° 118. Punto Inicial.....	160
Figura N° 119. Toma de datos en el GPS en la Intersección Magisterio – Av. de la Cultura	160
Figura N° 120. Toma de datos en el GPS en la Intersección Magisterio Av. Julio C. Tello – Av. de la Cultura	161
Figura N° 121. Punto Final.....	161
Figura N° 122. Ancho de calzada.....	162
Figura N° 123. Señal Reguladora.....	162
Figura N° 124. Señalización en intersección 1	165
Figura N° 125. Señalización en intersección 2.....	166
Figura N° 126. Señalización en intersección 3.....	167
Figura N° 127. Señalización en intersección 4.....	168
Figura N° 128. Señalización en intersección 5.....	169



Figura N° 129. Señalización en intersección 6.....	170
Figura N° 130. Señalización en intersección 7.....	171
Figura N° 131. Señalización en intersección 8.....	172
Figura N° 132. Señalización en intersección 9.....	173
Figura N° 133. Señalización en intersección 10.....	174
Figura N° 134. Señalización en intersección 11.....	175
Figura N° 135. Límite de Velocidad permitida en la Av. de La Cultura.....	176
Figura N° 136. Falta de mantenimiento en señalización horizontal - Intersección 1 ..	177
Figura N° 137. Mal uso de peatones - Intersección 2.....	178
Figura N° 138. Ocupación de un carril para estacionamientos - Intersección 3	179
Figura N° 139. Ocupación de un carril para estacionamientos - Intersección 4	180
Figura N° 140. Mall Real Plaza.....	180
Figura N° 141. Congestión Vehicular en Victor Raul Haya de la Torre.....	182
Figura N° 142. Ola verde inexistente en Diagonal Angamos con Av de la cultura	182
Figura N° 143. Congestión Vehicular en Av. La Cultura	183
Figura N° 144. Señalización horizontal en Intersección 9	184
Figura N° 145. Ola verde inexistente en Mariscal Gamarra con Av. de la cultura	184
Figura N° 146. Intersección 1 en synchro	188
Figura N° 147. Carriles y sentidos en Intersección 1	188
Figura N° 148. Aforos en la Intersección 1	189
Figura N° 149. Diagrama Tiempo - Espacio (Tramo Av. Huascar – Mariscal Gamarra)	190
Figura N° 150. Diagrama Tiempo - Espacio (Tramo Av. Chachacomayoc - Av. Diagonal Angamos).....	191
Figura N° 151. Diagrama Tiempo - Espacio (Tramo Av. Machupicchu - Av. Camino Real)	192
Figura N° 152. Flujograma Ovalo Garcilaso.....	221
Figura N° 153. Intersección 2, 3, 4 en synchro	246
Figura N° 154. Intersección 5 y 6 en synchro	247
Figura N° 155. Intersección 7 en synchro	248
Figura N° 156. Intersección 8 en synchro	249
Figura N° 157. Intersección 9, 10, y 11 en synchro	250
Figura N° 158. Intersección 12 y 13 en synchro	251
Figura N° 159. Intersección 14 y 15 en synchro	252



Figura N° 160. Intersección 16, 17 y 18 en synchro	253
Figura N° 161. Intersección 19, 20 y 21 en synchro	254
Figura N° 162. Intersección 22, 23 y 24 en synchro	255
Figura N° 163. Intersección 25, 26 y 27 en synchro	256
Figura N° 164. Intersección 28 y 29 en synchro	257
Figura N° 165. Intersección 30 y 31 en synchro	258
Figura N° 166. Intersección 32 en synchro	259
Figura N° 167. Carriles y sentidos en la Intersección 2	260
Figura N° 168. Carriles y sentidos en la Intersección 3	260
Figura N° 169. Carriles y sentidos en la Intersección 4	261
Figura N° 170. Carriles y sentidos en la Intersección 5	261
Figura N° 171. Carriles y sentidos en la Intersección 6	261
Figura N° 172. Carriles y sentidos en la Intersección 7	262
Figura N° 173. Carriles y sentidos en la Intersección 8	262
Figura N° 174. Carriles y sentidos en la Intersección 9	262
Figura N° 175. Carriles y sentidos en la Intersección 10	263
Figura N° 176. Carriles y sentidos en la Intersección 11	263
Figura N° 177. Carriles y sentidos en la Intersección A, B, C, D, E y F	264
Figura N° 178. Carriles y sentidos en la Intersección G, H, I, J, K, L	265
Figura N° 179. Carriles y sentidos en la Intersección M, N, Ñ, O, P, Q.....	266
Figura N° 180. Carriles y sentidos en la Intersección S	267
Figura N° 181. Aforos en las Intersecciones 2, 3, 4, 5, 6.....	268
Figura N° 182. Aforos en las Intersecciones 8, 9, 10, 11 y 12.....	269
Figura N° 183. Aforos en las Intersecciones 13, 14, 15, 16, 17 y 18.....	270
Figura N° 184. Aforos en las Intersecciones 19, 20, 21, 22, 23 y 24.....	271
Figura N° 185. Aforos en las Intersecciones 25, 26, 27, 28, 29 y 30.....	272
Figura N° 186. Aforos en las Intersección 31.	273
Figura N° 187. Aforos en las Intersección 32.	273



Índice de Ecuaciones

Ecuación N° 1. Flujo de Saturación Real	37
Ecuación N° 2. Factor de ajuste por vehículos pesados	38
Ecuación N° 3. Factor de ajuste por pendiente de acceso	39
Ecuación N° 4. Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles ...	39
Ecuación N° 5. Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección	40
Ecuación N° 6. Factor de ajuste por utilización de carriles	41
Ecuación N° 7. Factor de ajuste por vueltas a la izquierda	41
Ecuación N° 8. Factor de ajuste por vueltas a la derecha	43
Ecuación N° 9. Intervalo de cambio de fase	51
Ecuación N° 10. Cambio de fase semafórica	51
Ecuación N° 11. Longitud del ciclo semafórico	52
Ecuación N° 12. Relación flujo actual - flujo de saturación	52



Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del problema

Actualmente en la ciudad del Cusco se observan problemas relacionados a las avenidas, jirones, calles, etc. tales como son la congestión vehicular y los accidentes de tránsito. Estos problemas están directamente relacionados a la falta del ordenamiento de vías y a la mala coordinación de los dispositivos de control tales como los semáforos en nuestra ciudad, que causan pérdida de tiempo en los usuarios.

La configuración urbana de la ciudad amerita una revisión de las vías y su correcto funcionamiento, se sabe que no solo basta con una correcta evaluación del flujo vehicular, los niveles de servicio y su infraestructura vial. Es necesidad trascendente una correcta semaforización y señalización ya que optimiza grandemente el congestionamiento entre estas avenidas. (Cornejo & Castañeda, 2018, pág. 35)

La congestión vehicular en nuestra zona de estudio es reportada por noticieros locales ya que la incomodidad y molestia por los ciudadanos que a diario transitan por ella es notable. Tal es la mención como en esta nota de investigación, donde el noticiero muestra con fotos el caos vehicular que transcurre en las horas punta o de alto tránsito, se puede evidenciar la ocupación casi total de las vías e intersecciones. (Cusco en Portada, 2021, pág. 7)

Figura N° 1. Congestión vehicular reportada por noticiero local



Fuente: (Cusco en Portada, 2021, pág. 7)



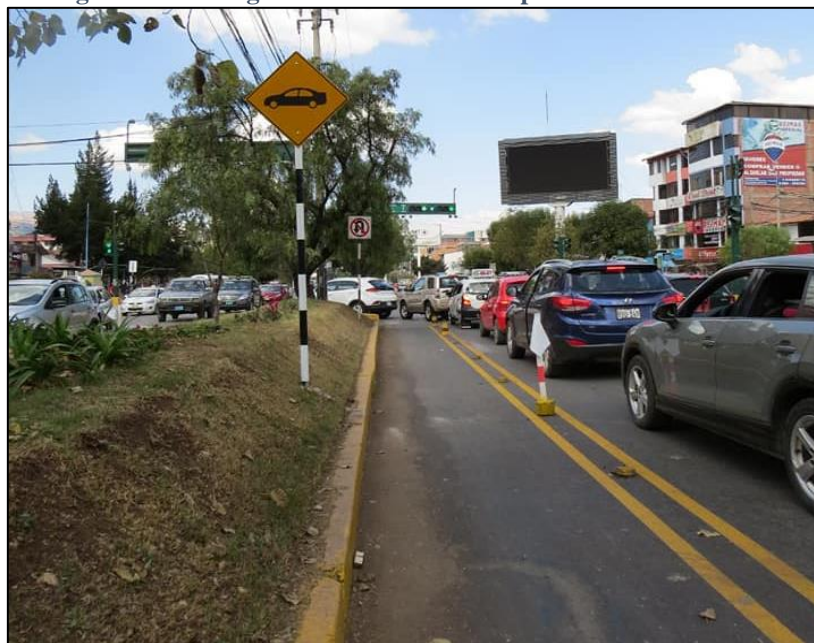
Figura N° 2. Tráfico vehicular en Av. De La Cultura



Fuente: (Cusco en Portada, 2021, pág. 8)

. La avenida de la Cultura es una de las vías principales que tiene nuestra ciudad, ya que une los distritos de Wanchaq y Cusco, por otro lado, tenemos también las intersecciones semaforizadas con una gran deficiencia que es la coordinación de tiempos semafóricos. Con esta investigación buscamos solucionar los problemas ya mencionados; analizando un diseño adecuado para coordinar los tiempos semafóricos (OLA VERDE) en todas las intersecciones semaforizadas de dicha avenida, para así reducir los problemas de congestión.

Figura N° 3. Congestión vehicular con la presencia de la ciclo vía



Fuente: Propia



1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación del problema general

¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema ola verde en la congestión vehicular de la avenida de la cultura?

1.1.2.2. Formulación de los problemas específicos

Problema específico 1. ¿Cómo el flujo vehicular influye en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde?

Problema específico 2. ¿Cómo las características geométricas influyen en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde?

Problema específico 3. ¿Cómo las características geométricas con una adecuada señalética reducirán la influencia en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde?

Problema específico 4. ¿Cómo la duración del tiempo semafórico influye en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde?

Problema específico 5. ¿Cómo el flujo vehicular con un adecuado tiempo semafórico reducirá la influencia en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde?



1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación técnica

El tema de estudio permite identificar cuáles son los factores que generan una congestión vehicular en las intersecciones semaforizadas de la Av. De La Cultura, analizando las características geométricas de la vía, el flujo vehicular y los dispositivos de control de tránsito (ciclos semafóricos), utilizando el Sistema ola Verde; dando como resultado una propuesta de mejora, para determinar si estos factores reducen la generación de la congestión vehicular.

1.2.2. Justificación social

Las demoras que existen en el transporte y el congestionamiento vehicular, causan una pérdida de tiempo, estrés y molestia en los usuarios del transporte público y privado de la Avenida en estudio, para lo cual se busca la optimización de tiempos en las intersecciones semaforizadas en todo el tramo de la Avenida De La Cultura.

1.2.3. Justificación por viabilidad

El proyecto de investigación es viable por las siguientes razones:

- Se cuenta con acceso libre en todo el tramo del área a investigar.
- Los equipos necesarios para la obtención de datos pertinentes a la investigación serán requeridos al Gabinete de Topografía de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Se cuenta con el software necesario para el diseño de las características actuales de la Avenida en estudio.
- Económicamente los gastos que se requieren pueden ser asumidos.

1.2.4. Justificación por relevancia

La presente investigación es de suma importancia a causa de que la Avenida De La Cultura es la única arteria que en la actualidad intercomunica los distritos de Wanchaq y Cusco y que presenta problemas de sincronización semafórica.

Se determinará los factores que generan congestión vehicular en la avenida en estudio y una vez determinada la situación actual de la transitabilidad en la vía, pretendemos proponer la solución adecuada a los problemas.



1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitaciones de espacio

Ubicación geográfica

Departamento : Cusco

Provincia : Cusco

Distritos : Wanchaq y Cusco

Tabla N° 1. Coordenadas Geográficas

	Inicio	Fin
Norte	8502574.42 m	8503400.99 m
Este	181594.28 m	178269.45 m
Cota	3310 m.s.n.m.	3387 m.s.n.m.

Fuente: Propia

- Las intersecciones semafóricas de la zona de estudio se encuentran en los distritos de Wanchaq y Cusco.
- Las intersecciones semaforizadas de la Avenida De La Cultura inician su tramo en la intersección (Calle Huascar y Avenida De La Cultura), hasta llegar a la intersección (Calle Santa Úrsula y Av. De La Cultura, la cual tiene una extensión aproximada de 3.5 Km.

1.3.2. Limitaciones de tiempo

La investigación fue realizada en los meses de enero a noviembre del 2021. Así como la recopilación de datos del flujo vehicular, tiempo semafórico y características geométricas en toda la zona a investigar se limita entre los meses de setiembre a octubre del 2021, los datos fueron obtenidos mediante guías de observación.

1.3.3. Limitaciones de datos

Los datos obtenidos de flujos vehiculares se contemplan de las siguientes:



INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS:

- Intersección 1: Av. De La Cultura – Calle Santa Úrsula.
- Intersección 2: Av. De La Cultura – Av. Rafael Aguilar Páez – Av. Perú.
- Intersección 3: Av. De La Cultura – Av. José Gabriel Cosío – Av. Gordon Magne.
- Intersección 4: Av. De La Cultura – Av. Ricardo Palma.
- Intersección 5: Av. De La Cultura – Jr. Julio C. Tello – Jr. Sacsayhuaman.
- Intersección 6: Av. De La Cultura – Av. Diagonal Angamos.
- Intersección 7: Av. De La Cultura – Av. Víctor Raúl Haya – Av. Hermanos Ayar.
- Intersección 8: Av. De La Cultura – Av. Universitaria.
- Intersección 9: Av. De La Cultura – Av. Salaverry.
- Intersección 10: Av. De La Cultura – Calle Retiro – Calle Tacna.
- Intersección 11: Av. De La Cultura – Calle Huayna Cápac.

INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS:

- Intersección A: Av. De La Cultura – Av. Camino Real.
- Intersección B: Av. De La Cultura – Av. Cervecero.
- Intersección C: Av. De La Cultura – Av. Alfredo Yopez Miranda.
- Intersección D: Av. De La Cultura – Psje Gudiel Torres.
- Intersección E: Av. De La Cultura – Av. Humberto Vidal Unda.
- Intersección F: Av. De La Cultura – Calle Roberto Acosta.
- Intersección G: Av. De La Cultura – Jirón David Chaparro.
- Intersección H: Av. De La Cultura – Calle Abraham Valdelomar.
- Intersección I: Av. De La Cultura – Calle José Carlos Mariátegui.
- Intersección J: Av. De La Cultura – Av. Machupicchu.
- Intersección K: Av. De La Cultura – Calle Manzanares – Calle Gutiérrez.
- Intersección L: Av. De La Cultura – Calle Tambo Waqso.
- Intersección M: Av. De La Cultura – Calle M. Carrasco.
- Intersección N: Av. De La Cultura – Calle Del Solar.
- Intersección Ñ: Av. De La Cultura – Jr Cahuide.
- Intersección O: Av. De La Cultura – Calle Lloque Yupanqui.



- Intersección P: Av. De La Cultura – Av. Anselmo Alvarez.
- Intersección Q: Av. De La Cultura – Av. Pedro Vilca Apaza.
- Intersección R: Av. De La Cultura – Av. Chachacomayoq.
- Intersección S: Av. De La Cultura – Calle Tupac Amaru.
- Intersección T: Av. De La Cultura – Av. Huáscar.

1.3.4. Limitaciones de bibliografía

La presente investigación se centra en la especialidad de Transportes, utilizando los equipos necesarios para efectuar los estudios de tránsito (conteo vehicular), y los programas computacionales referidos al modelamiento y simulación de tránsito de la vía en estudio.

Para el sistema “Ola verde” se utilizó como bibliografía los capítulos 2 y 3 del Volumen 1 sobre Conceptos y metodologías del Manual HCM 6ta Edición, asimismo también se utilizó el Manual del programa Synchro para una mejor comprensión de los factores y herramientas que tiene el programa.

Para las respectivas simulaciones se usó el programa computacional “SYNCHRO 10”

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del sistema de ola verde en la congestión vehicular de la avenida de la cultura.

1.4.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1: Determinar la influencia del flujo vehicular en el congestionamiento en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las características geométricas en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.



Objetivo específico 3: Proponer una adecuada señalética en las características geométricas para reducir el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura según el sistema ola verde.

Objetivo específico 4: Determinar la influencia de la duración del tiempo semafórico en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.

Objetivo específico 5: Proponer un adecuado tiempo semafórico en el flujo vehicular para reducir el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura según el sistema ola verde.



Capítulo II. Marco teórico

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes a nivel nacional

Título	: ANÁLISIS EN LAS INTERSECCIONES DE LA AV. LUZURIAGA Y SAN MARTIN CON LA AV. RAYMONDI - HUARAZ APLICANDO EL SOFTWARE SYNCHRO 8.0, PARA MEJORAR EL FLUJO VEHICULAR
Autor	: Rondoño Chavez, Daniel
Año	: 2018
Lugar	: Huaraz - Perú
Universidad	: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo
Nivel	: Pre Grado

Conclusiones: Se realizó un estudio para determinar en qué nivel de servicio están las intersecciones, así como también se evaluó las razones por las cuales se encuentran en este nivel de servicio y para luego dar alternativas de solución para la congestión vehicular.

Por ende, de este tema de investigación se concluye que la situación de las intersecciones de la Av. Luzuriaga y San Martín con la Av. Raymondi, tanto con la metodología de HCM 2016 y con el software Synchro10.0, se encontró que operan con niveles de servicio C. esto significa que opera aceptablemente y ocurre por dos razones, primero por una sincronía regular de semáforos y segundo por ciclos individuales largos.

En la presente investigación se ha determinado que los dispositivos de control poseen ciclos individuales de manera similar a la descrita por el autor, en este sentido es aplicable la sistematización denominada Ola Verde para lo que se realizarán simulaciones con el Synchro (versión disponible).



El aporte de la tesis para nuestra investigación en particular, es el estudio realizado de la situación actual y los factores que interviene en el análisis vial de las intersecciones. Ya que el objeto de estudio ubicado en Huaraz es muy similar a nuestra realidad situacional. (Rondoño, 2018)

Título : 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

Autor : Campomanes Campomanes, Alfredo – López Olivera, Joel

Año : 2019

Lugar : Lima - Perú

Universidad : Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas

Nivel : Pre Grado

Conclusiones: De este tema de investigación se concluye que la modificación geométrica de la vía caminos del Inca entre Velazco Astete e Higuiereta, mejoró el flujo vehicular y disminuyó las demoras, esto debido a que, al incrementar un tercer carril exclusivo para girar a la izquierda en sentido de la Av. Higuiereta, compartió volumen vehicular, haciendo más fluido los otros dos carriles existentes que van en sentido directo.

Con la implementación de la ola verde, los niveles de servicio de las intersecciones tuvieron mejoraras.

Para el caso del presente estudio será pertinente hacer el análisis de la necesidad de realizar modificaciones en las características geométricas de la zona en estudio.

El aporte de la tesis para nuestra investigación en particular, es el modelamiento en programa synchro 8.0 ya que esta tesis tiene la particularidad de realizar un análisis comparativo entre los niveles de servicio y los niveles ICU que te brinda el software. Este aporte es de suma importancia ya que nosotros también simularemos con el mismo software. (Campomanes & Lopez, 2019)



Título : 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.

Autor : Otoya Ortega, Pamela - Romero Gamarra, Renato

Año : 2019

Lugar : Lima - Perú

Universidad : Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas

Nivel : Pre Grado

Conclusiones: Al optimizar los ciclos semafóricos (119 s a 80 s) a través del empleo del efecto de ola verde con desfases de 10 s entre cada intersección semaforizada, donde se obtiene una mejora de los niveles de servicio de “E” a “C” en las intersecciones más críticas.

Para el caso en estudio se realizarán las modificaciones hacia arriba y hacia debajo de los tiempos semafóricos, para determinar los tiempos optamos.

El aporte de la tesis para nuestra investigación en particular, es el cálculo de velocidades y como se realizó la toma de datos durante un día típico, se considera en la hora punta mañana, tarde y noche respectivamente. (Otoya & Romero, 2019)

2.1.2 Antecedentes a nivel internacional

Título : REVISIÓN Y RE-DISEÑO DE LA PLANEACIÓN SEMAFÓRICA DE LAS INTERSECCIONES VIALES DE LA CIUDAD DE MANIZALES, A PARTIR DE INFORMACIÓN BÁSICA EXISTENTE.

Autor : Botero García, Tomás

Año : 2018

Lugar : Manizales - Colombia

Universidad : Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Nivel : Maestría.



Conclusiones: En esta investigación se identificó una baja eficiencia de la planeación semafórica, lo que se traduce en la poca coordinación de la red. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar soluciones operativas de bajo costo y con criterio de eficiencia y efectividad mediante la revisión de la planeación semafórica de los principales corredores de la ciudad y así obtener olas verdes que mejoren la movilidad, reduciendo las demoras que experimentan los vehículos y, además identificar el estado actual – Nivel de Servicio – de cada intersección y ubicar los sectores con más problemas de movilidad.

Por ende, se concluye que es posible mejorar la planeación de la red semafórica de la ciudad de Manizales ya que, con los planes de señales y coordinación de corredores obtenidos en diferentes horas del día, se genera una nueva alternativa que mejora las condiciones de movilidad de los vehículos y peatones, generando así olas verdes que dan continuidad al flujo vehicular disminuyendo las demoras para los usuarios.

Mejorando e implementando el sistema Ola Verde en la zona de estudio, que agilice el tránsito vehicular, este puede servir para que se realice la implementación en otras zonas de nuestra ciudad con problemas similares.

El aporte de la tesis para nuestra investigación en particular, es el análisis en otro país como Colombia donde se analiza cómo se realiza la sincronización semafórica en la ciudad de Manizales. (Botero, 2008)

Título : EL PROBLEMA DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE MÉXICO. ¿AYUDARÁN LOS SEMÁFOROS INTELIGENTES?
Autor : Bechara Bitar, Michel
Año : 2018
Lugar : Ciudad de México - México
Universidad : Universidad Panamericana
Nivel : Maestría.

Conclusiones: Durante la simulación realizada, el uso de semáforos inteligentes en el sistema estudiado logró disminuir el tiempo que cada entidad permanece en el sistema aproximadamente trece segundos. Es posible inferir que, si se logró esta



mejora en el sistema, se logrará en muchas otras calles y avenidas de la Ciudad de México cuyas condiciones de tránsito sean similares.

El hecho de reducir el tiempo de traslado por automóvil por día, puede no representar un beneficio en cada persona, ya que, hablando de traslados relacionados con el trabajo, en lugar de estar en su coche un tiempo de 107 minutos diarios, lo estaría 105.26 minutos diarios, lo cual representa una ganancia aproximada de 1.6%. Esto parece ser una ganancia de tiempo diario poco representativa, y es un porcentaje bajo si lo comparamos con ciudades que llegan a tener beneficios de entre 20% y 40%.

Título : PROPUESTA PARA REDUCIR LOS TIEMPOS DE VIAJE DEL MODO DE TRANSPORTE PÚBLICO METROBÚS MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE PRIORIZACIÓN DE SEMÁFOROS

Autor : Rellon Rincón, Emilio

Año : 2020

Lugar : Ciudad de México - México

Universidad : Universidad Nacional Autónoma de México

Nivel : Maestría.

Conclusiones: Se demostró en campo que los altos tiempos de espera en las intersecciones semaforizadas provocan que, aunque el Metrobús cuente con su propio carril, los tiempos de viaje sean elevados. Dicho tiempo muerto representa un poco más de la cuarta parte del tiempo total del viaje y, en promedio, cada unidad se detiene en la mitad de las intersecciones a lo largo del tramo.

Como era de esperarse, la implementación del sistema TSP disminuyó considerablemente los tiempos de viaje. La hora pico matutina presentó ahorros más significativos que la vespertina, siendo los ahorros porcentuales del tiempo total de viaje de 4.5% y de 1.5%, respectivamente. La diferencia entre las dos horas pico pudo deberse a la duración de las fases de los semáforos. El ahorro de tiempo de los dos escenarios (CON TSP 3 SEG y 5 SEG) no es proporcional al tiempo en que se otorga prioridad, ya que la diferencia entre ellos no es muy significativa. El otorgar tres segundos de prioridad puede significar un ahorro del 5% del tiempo de viaje pero



cuando la prioridad se incrementa a cinco segundos, el valor aumenta solamente en un 10% del ahorro anterior y no en el 66% que debería de corresponder.

2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1 Red vial

Los aspectos más importantes con los que cuentan los grandes países es su sistema vial, este es un indicativo del grado de desarrollo que tiene un país, la calidad y magnitud que tienen sus vías y carreteras nos indican el nivel de vida.

El diseño geométrico usado en carreteras y calles en las grandes urbes, adiciona también todos aquellos elementos que se encuentran relacionados con el diseño horizontal, vertical y todos aquellos diversos elementos de la sección transversal.

Una red vial se puede clasificar de la siguiente manera, según (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 110)

- ✓ **Clasificación funcional**, mediante este tipo es posible:
 - Establecer una serie de sistemas ligados entre sí de manera lógica, juntando de esta manera todas las avenidas y calles que se encuentran bajo una misma administración, esto por motivos del servicio que poseen.
 - Proporcionar obligaciones para cada tipo de clase de carretera o camino a nivel gubernamental.
 - Juntar todas las carreteras y caminos que necesitan el mismo tipo y nivel de ingeniería, además de la misma competencia administrativa.
 - Entrelazar todas las especificaciones técnicas y geométricas que posee el proyecto con cada uno de los tipos de carretera o camino.
 - Brindar todas aquellas bases para así lograr programar a mediano y largo plazo, además de implementar las prioridades y finalmente planificar la fiscalización.

- ✓ **Sistema vial urbano**, esta se realiza con la finalidad de generalizar y simplificar la nomenclatura, por lo que se recomienda la siguiente tipificación:



- Autopistas y vías rápidas: son aquellos caminos que proporcionan el movimiento de inmensos volúmenes de tránsito, esto por medio o entorno alrededor de la urbe o ciudad. Estas se pueden dividir, con los accesos por lo general controlados y sin una comunicación directa con ninguna de las propiedades en su entorno. Una autopista llega a tener una separación general de los flujos conflictivos, por otro lado, una vía rápida llega a tener muchas veces sus intersecciones a desnivel, que pueden ser estudiadas y solucionadas y así poder llegar a ser una autopista. Estos dos tipos de arterias tanto las autopistas como las vías rápidas son parte del sistema o red vial primaria de una urbe.
- Calles principales: son todos aquellos caminos que logran el movimiento de todo el tránsito entre diferentes áreas o partes de la ciudad. Estas calles tienen como finalidad la de brindar un servicio directo a los generadores principales de tránsito y se conectan con las autopistas y vías rápidas.

Con mucha frecuencia todas estas calles están divididas y llegan así a tener el control parcial de todos sus accesos.

Cuando se juntan las principales calles logran formar ese sistema encargado de mover todo el tránsito en toda la zona de la ciudad, y por ende en todas sus direcciones.

- Calles colectoras: son todas aquellas que se encargan de unir las calles principales con todas aquellas calles locales, proporcionando también un acceso a todas aquellas propiedades que se encuentran en su entorno.
- Calles locales: estas se encargan de proporcionar un acceso directo a las propiedades, como pueden ser residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso; además las calles locales facilitan el tránsito local hacia las residencias. Tienen como función principal conectar directamente las calles colectoras y las calles principales. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 112)

Las vías urbanas son también definidas como calles o arterias que son parte de una urbe o centro poblado, pero a su vez no forman parte del Sistema Nacional de Carreteras y son



reguladas por los gobiernos locales y sus respectivas ordenanzas, su clasificación es: (Reglamento Nacional de Gestion de Infraestructura Vial, 2016, pág. 7)

- ✓ Vías Expresas
- ✓ Vías Arteriales
- ✓ Vías Colectoras
- ✓ Vías Locales

2.2.2 Primeros caminos

Para dar inicio a todo este tema relacionado al transporte es necesario retroalimentarnos en el transcurso del tiempo para así poder observar y asimilar la transformación del vehículo, que en la actualidad se ha convertido en un problema saturando las grandes urbes, sus calles y avenidas, sabemos que ahora es parte de la vida diaria y su importancia es cada vez más protagonista de nuestro día a día.

Podemos creer que el vehículo que observamos diariamente no es una gran novedad, sin embargo, se sabe que su edad es insignificante cuando la comparamos con la edad que poseen las sociedades urbanas y sus caminos.

Según algunos científicos sociales y sus estudios correspondientes los restos humanos y reliquias arqueológicas existen hace más de unos 100,000 años. Este dato es proporcionado gracias a los vestigios encontrados de los primitivos, principalmente en los valles de los ríos Nilo, Éufrates y el Ganges, eso hace entender que aproximadamente hace unos 10,000 años el ser humano dejó el nomadismo y conoció la agricultura, fue así que comenzó a establecer su residencia.

Sin embargo, algunos estudios arqueológicos mencionan que las antiguas civilizaciones abandonaron el nomadismo hace ya unos 6,000 años atrás. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 2)

En el momento en que es inventada la rueda, en Mesopotamia (Asia Menor), hace ya unos 5,000 años atrás, inicia el origen de la necesidad de construir superficies de rodamiento para de esa forma se permita la circulación cómoda del incipiente tránsito de entonces. Esto gracias al descubrimiento de la Tumba de la Reina, en las minas de la ciudad de Ur, Mesopotamia, donde para acceder a ella se descubrieron caminos o carretas de cuatro ruedas, que según los estudios pertinentes datan del año 3000A.C.



Ya desde entonces dos grandes pueblos (el asirio y el egipcio) mostraban sus avances en lo que respecta a caminos y carreteras. Los estudios indican que los primeros caminos se encontraban en una ruta que unía Asia y Egipto. También los cartagineses, iniciaron la construcción de un sistema de caminos de piedra a lo largo de la costa sur del Mediterráneo, hace 500 A.C. Los etruscos en los años 830 y 350 A.C. ejecutaron sus primeros caminos y carreteras mucho antes de ser fundada la gran Roma. El historiador griego Heródoto en los años 484 y 425 A.C. nos indica que todos estos caminos hechos de piedra fueron ejecutados por el rey Keops de Egipto, para así lograr la comodidad necesaria en la superficie de los caminos al momento del transporte de las inmensas piedras que eran destinadas para la construcción de pirámides.

Los primeros caminos ejecutados científicamente se dan con el nacimiento de la cultura Romana. Es sin lugar a duda uno de los primeros caminos romanos la famosísima Vía Appia, de Roma a Hidruntum, donde su ejecución se dió inicio en el año 312 A.C.

Los restos arqueológicos que actualmente encontramos brinda el mérito a los romanos porque fueron ellos quienes iniciaron el método científico de la ejecución de caminos y carreteras. También tenemos en América algunas culturas como los mayas, los toltecas, los aztecas y los incas en el Perú, quienes dejaron restos arqueológicos de una reciente técnica al momento de la ejecución de caminos, resaltando los llamados Caminos Blancos de los mayas, los cuales fueron construidos con terraplenes de hasta dos metros aproximadamente de elevación y cubiertos con una superficie de piedra caliza, son así los vestigios que aún podemos encontrar en Yucatán, México.

Por otro lado, tenemos a los incas, quienes se encargaron de realizar verdaderas obras de ingeniería teniendo en su contra una accidentada topografía, aun así, ellos lograron construir caminos que, no necesariamente eran ejecutado para al tránsito de vehículos sino de chaskis. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 7)

2.2.3 Características geométricas

2.2.3.1 Características geométricas horizontales

Así como el alineamiento horizontal y las características geométricas diseñadas y ejecutadas en planta, tienen como función principal la de restringir o permitir, la operación y funcionamiento continuo de los usuarios en sus vehículos, haciendo en lo posible el mantenimiento promedio de la misma velocidad directriz en casi toda la



longitud de la vía. Con el fin de lograr este objetivo todos los diseños en planta deben de atender principalmente:

- ✓ Tangentes
- ✓ Curvas Horizontales
- ✓ Sobreanchos
- ✓ Islas
- ✓ Canalización
- ✓ Carriles (Pistas) de cambio de velocidad.

Todas estas características mencionadas definen el diseño geométrico de una vía urbana, se encuentran íntimamente relacionadas entre sí a la manera y forma en que los usuarios pueden utilizarla; además de su comportamiento en la vía; la armonía que debe existir entre la estética y la funcionalidad de todos los elementos ya mencionados; y, a la presencia de peatones con los deseos de lograr una circulación adecuada y cómoda.

(Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005, pág. 2)

2.2.3.2 Características geométricas verticales

A veces sucede que no se tienen las alternativas de escoger entre opciones de paso en las diferentes vías urbanas, tal vez por motivos por la topografía es uno de los condicionantes al momento de realizar los diseños altimétricos de las vías. Es muy diferente esta situación con respecto a lo que sucede con las carreteras, en donde se prioriza la búsqueda de una rasante óptima para de esa manera realizar el diseño por medio de la evaluación de diversas pendientes.

Cuando se realiza el trazo vial urbano, el proyectista en casi todos los casos encontrará frentes de viviendas ya consolidadas que dan cara a la vía que se diseña, es por eso que en estos casos no se tiene más opción que las de asimilar la pendiente al terreno ya existente. Lamentablemente, en muchos de los proyectos que se realizan de lotización no se toma en cuenta la importancia de unas pendientes adecuadas, así como tampoco la disposición del trazo de calles con gradientes o pendientes muy elevadas.

Antes de realizar el proyecto es necesario y conveniente conocer y tomar algunas definiciones con respecto al tipo de terreno, para esto es necesario asimilar el (MTC, 2018), donde indica que:



- ✓ Terreno Plano, se denomina de esta manera cuando la topografía es la de un valle donde las urbes comienzan su desarrollo. En este caso en particular no encontramos grandes cambios de relieve, por ese motivo las pendientes no son pronunciadas sino muy suaves.
- ✓ Terreno Ondulado, en este tipo de terreno podemos observar la presencia de mínimos cambios en el relieve del terreno donde se observan ascensos o descensos muy poco pronunciados, esto no necesariamente relacionado a su longitud.
- ✓ Terreno Montañoso, en esta topografía se observa pendientes ya pronunciadas que obligan a solucionar ya sea con cortes y/o rellenos al momento de realizar los primeros trazos y la ejecución como tal de la vía. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005, pág. 9)

2.2.3.3 Mecanismos de operación

Existen 2 controles para regular el tránsito de vehículos:

A. **No accionados por el tránsito;** estos constan de tres elementos básicos, además comúnmente son del tipo electromecánico, son:

1. Dispositivos de luces; este tipo de dispositivo está formado por contactos de cobre que empiezan con su funcionamiento gracias al conjunto de levas, el cual es programado con una serie de secuencia del prendido de las luces de la intersección.

2. Dispositivos que relacionan el conjunto de levas con el reloj divisor del tiempo (cuadrante).

Este dispositivo funciona con un motor que gira conjuntamente y de acuerdo con el reloj cronometrado para así poder intercambiar la sistematización del semáforo. Siempre que el motor recibe un pequeño impulso inicia una operación corta, para después mover el conjunto de levas a su seguida posición.

3. Dispositivos de sincronización; estos dispositivos están integrados por el motor sincrónico del cuadrante que inicia su funcionamiento con una señal de sincronización que es enviada desde el control general del sistema



por medio del cable que conecta todo el circuito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

B. Accionados por el tránsito; por lo general estos dispositivos son de tipo electrónico contando con una tecnología avanzada. Todos sus componentes son electrónicos (diodos triodos, transistores, etc) que están formados por circuitos acordes a su función. Esta unidad inicia su funcionamiento con el tránsito y se compone por lo general de tres módulos básicos.

- ✓ Módulo de carga o de poder; es aquel transformador de carga cuya función es alimentar todos los circuitos electrónicos.
- ✓ Módulo de operación; es el que se encarga de repartir los tiempos de las fases de los semáforos.
- ✓ Módulo de control; su función es la de recibir y transmitir las señales del sistema mediante el cable que interconecta (computadora, control maestro y detectores). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.4 Señalética vertical

Las señales verticales, son dispositivos instalados en todo el trayecto de la vía, estas señales se encuentran localizados a nivel de la vía o sobre él, para así lograr con su finalidad que es la de reglamentar el tránsito, es decir advertir o informar a todos los usuarios de la vía a través de palabras o símbolos reglamentados.

La función principal de estas señales verticales son el de ser usadas de acuerdo a las observaciones de los estudios técnicos pertinentes. Son utilizadas para mantener el orden del tránsito y así poder evitar cualquier peligro o accidente que podría presentarse en el momento de la circulación vehicular. Asimismo, también cumplen con la función de mantener informado al usuario sobre direcciones, destinos, lugares turísticos y culturales, así como también informar sobre alguna dificultad o trabajos existente en la carretera.

Como indica el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 13) las señales verticales se clasifican en 3 grandes grupos:

- Señales reguladoras o de reglamentación, tienen como finalidad el de notificar a los todos los usuarios de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones

que presente la vía, además de notificar que la violación de estas señales constituye un delito, dichas señales pueden ser:

- ✓ Señales relativas al derecho de paso.
- ✓ Señales prohibitivas o restrictivas.
- ✓ Señales de sentido de circulación

Figura N° 4. Señales Regulatoras o Reglamentarias

SEÑAL DE PARE	SEÑAL DE PROHIBIDO VOLTEAR EN "U"	SEÑAL DE PROHIBIDO CAMBIAR DE CARRIL	SEÑAL PROHIBIDO MOTOTAXIS	SEÑAL PROHIBIDO ESTACIONAR ZONA DE REMOLQUE
SEÑAL PARADERO PROHIBIDO	SEÑAL NO BLOQUEAR CRUCE	SEÑAL PARADERO	SEÑAL PERMITIDO GIRAR CON LUZ ROJA	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA 40 km/h

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

- Señales de prevención, son aquellas que tienen como función la de indicar con anterioridad la aproximación de algunas condiciones de la vía o concurrentes a ella que pueden convertirse en un peligro real o potencial y que además pueden ser evitados tomando ciertas precauciones necesarias.

Figura N° 5. Señales de Prevención

SEÑAL CURVA A LA DERECHA	SEÑAL FUERTE PENDIENTE EN DESCENSO	SEÑAL PROXIMIDAD DE PARE	SEÑAL SALIDA DE VEHÍCULOS DE BOMBEROS
SEÑAL PESO BRUTO MÁXIMO PERMITIDO	SEÑAL ZONA DE PRESENCIA DE PEATONES	SEÑAL INTERSECCIÓN EN "T"	SEÑAL PROXIMIDAD A CRUCE ESCOLAR

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)



- Señales de información, tienen como objetivo principal orientar al conductor de un vehículo por una determinada ruta, conduciéndolo así hacia el lugar de su destino. Otra de sus finalidades es la de identificar puntos importantes dentro de la ruta como: urbes, monumentos, centros históricos, etc. y brindar la debida información que ayude al conductor en el uso de la vía, estas pueden agruparse de la siguiente manera:
 - ✓ Señales de Dirección, el objetivo principal que tienen estas señales es la de orientar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios, se pueden dividir en:
 - Señales de destino
 - Señales de destino con indicación de distancias
 - Señales de indicación de distancias
 - ✓ Señales Indicadoras de Ruta, tienen como objetivo enseñar el número total de rutas que existen en las carreteras, haciendo más fácil la identificación de ellas durante un itinerario de viaje.
 - ✓ Señales de Información General, son utilizadas con el objetivo de indicar al conductor la ubicación de diversos lugares de interés general, como son los principales servicios públicos conexos con las carreteras (Servicios Auxiliares), se dividen en:
 - Señales de Información
 - Señales de Servicios Auxiliares (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 37)

Figura N° 6. Señales informativas

SEÑALES DE DIRECCIÓN	SEÑAL DE SALIDA INMEDIATA	SEÑAL DE IDENTIFICACIÓN	SEÑAL VÍA PARA CICLISTAS

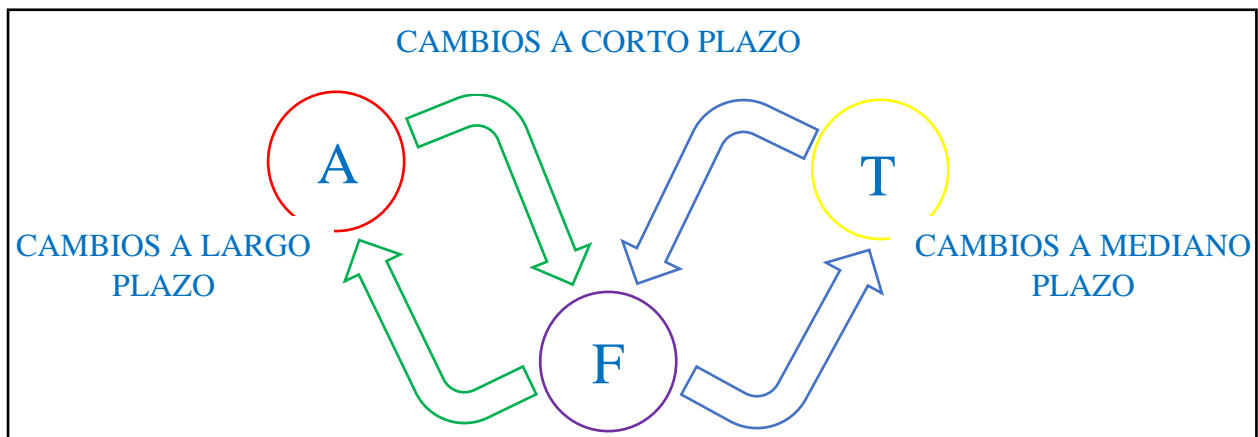
Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)



2.2.5 Congestionamiento

Este problema denominado tráfico vehicular se da a causa del aumento de vehículos dentro de las urbes, por ese motivo es de suma importancia tratar de darle las soluciones más adecuadas, para poder tener una mayor comprensión dinámica del transporte presentamos el enfoque de Manheim.

Figura N° 7. Esquema de Manheim



Fuente: (Fernandez & Valenzuela, 2004)

Teniendo en cuenta que:

A: Sistema de actividades en un área geográfica

- ✓ Residencia
- ✓ Trabajo y estudio
- ✓ Servicios
- ✓ Esparcimiento

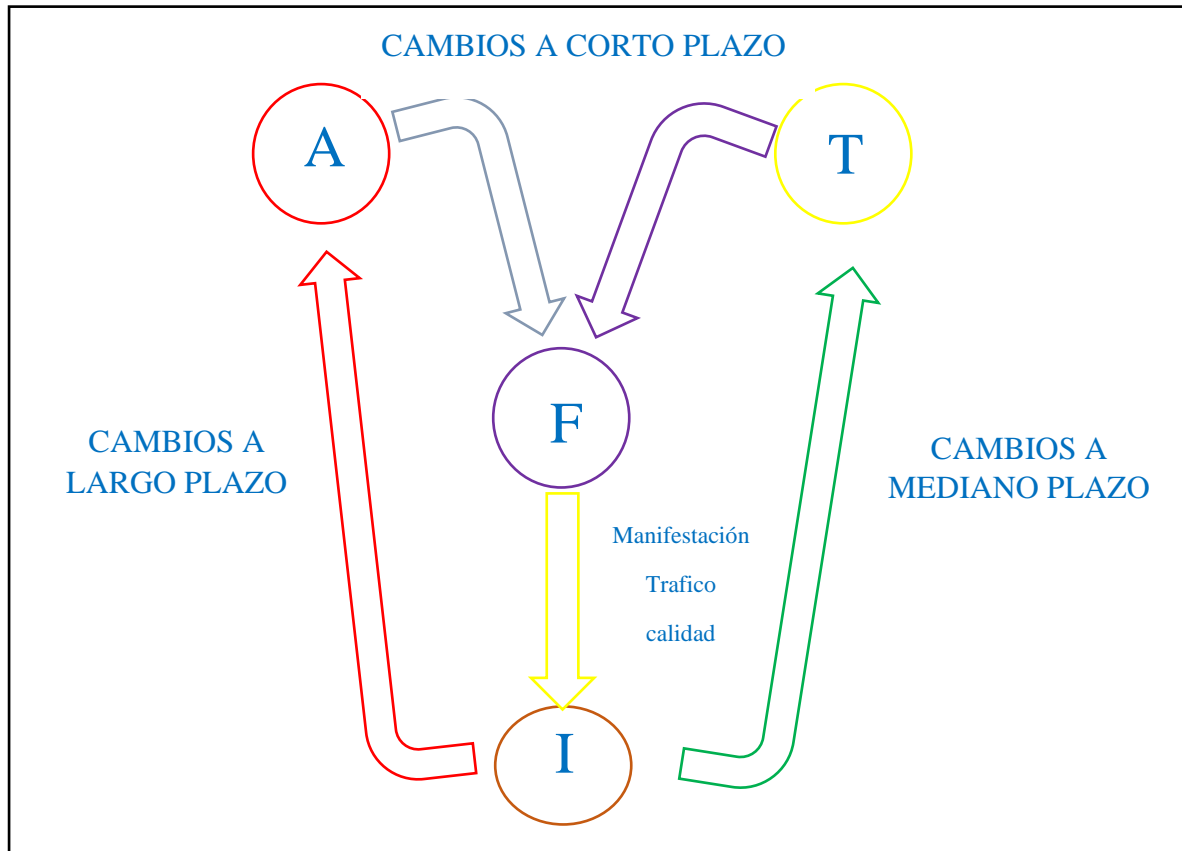
T: Sistema de transporte em el área geográfica

- ✓ Vías
- ✓ Vehículos
- ✓ Terminales (estaciones, paraderos, estacionamientos)
- ✓ Forma de operar el sistema (sentido de calles, frecuencia de buses, etc)

F: Patrón de viajes en el área

- ✓ Entre distintos pares origen – destino
- ✓ En diversos medios o modos de transporte (auto, bus, metros, a pie, etc.)
- ✓ Por variadas rutas (conjuntos conexos de vias)
- ✓ Durante diferentes periodos (punta mañana, tarde, fuera de punta, etc.)

Figura N° 8. Importancia del tráfico en el sistema de transporte



Fuente: (Fernandez & Valenzuela, 2004)

Teniendo en cuenta que:

A: Sistema de actividades en un área geográfica

T: Sistema de transporte em el área geográfica

F: Patrón de viajes en el área

I: Conjunto de impactos derivados del tráfico (congestión, polución, riesgo, ruido, segregación, intimidación, intrusión visual)

- Congestión: demoras a usuarios, formación de colas y detenciones de vehículos
- Polución: emisión de contaminantes atmosféricos
- Riesgo: aumento en la gravedad y número de accidentes. (Fernandez & Valenzuela, 2004, pág. 98)

2.2.5.1 Factores que intervienen en el congestionamiento vehicular

Existen 5 factores muy importantes que contribuyen a la creación de congestión vehicular:



- ✓ Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
 - Automóviles diversos, camiones semi pesados y pesados, autobuses, motocicletas, entre otros.
 - Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- ✓ Superposición de tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
 - Ausencia de aceras.
 - Calles estrechas, torcidas y pendientes pronunciadas.
 - Carreteras antiguas, sin mejoramientos.
- ✓ Ausencia de planificación del tránsito
 - Intersecciones mal proyectadas y sin concepción, desarrolladas y ejecutadas sin ninguna base técnica.
 - Inadecuada política de estacionamiento, ausencia de estrategias que permitan diseñar espacios para estacionamiento, coherente con los parámetros preestablecidos.
 - Inadecuados parámetros urbanísticos.
- ✓ El automóvil no considerado como una necesidad pública
 - Aumento en los ingresos tiene el efecto de elevar significativamente la adquisición de automóviles.
 - Ausencia de percepción y criterio objetivo en la visión por parte de autoridades con referencia a la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
- ✓ Ausencia de asimilación por parte del gobierno y del usuario
 - Normativas del tránsito anacrónico que en vez de dar prioridad a los peatones tienden a forzar al usuario a recurrir al uso de vehículos, y no adaptarse a las necesidades del usuario.
 - Ausencia en la educación vial por parte del conductor. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 361)

2.2.5.2 Conflicto del tráfico vehicular

Este es uno de los problemas más comunes que ocurren en las vías, se da por motivos de que dos o más vehículos desean hacer uso de una misma vía en un mismo momento, son de estos conflictos que podemos observar 3 tipos que son:

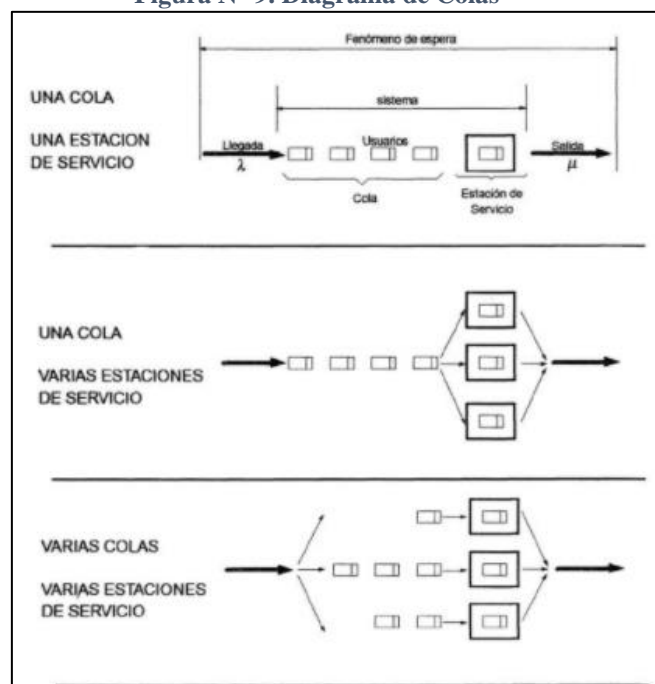
- ✓ Conflictos concurrenciales: Este tipo de conflictos se dan en el instante que dos o más vehículos con diferentes velocidades desean hacer uso de una vía que tiene un mismo sentido.
- ✓ Conflictos direccionales: Estos conflictos son ocasionados por los diferentes vehículos que realizan maniobras en diferentes sentidos, pero en una misma intersección.
- ✓ Conflictos funcionales: Estos conflictos se observan en los paraderos ya sean formales o informales y los vehículos al momento de hacer uso de estos producen dichos conflictos con sus maniobras inadecuadas.

El congestionamiento se debe a que, en los periodos de máxima demanda, la velocidad del flujo vehicular va disminuyendo ocasionando que el sistema se sature dando origen a las demoras.

2.2.5.3 Teoría de colas

Se puede definir como la medida con la cual se determina qué nivel de servicio tiene una intersección determinada, donde quien determina las tasas de arribo y servicios uniformes son los ciclos semafóricos, además una cola también es generada cuando los vehículos llegan a una intersección con semáforo, estacionamiento, “cuello de botella”, enlace de entrada a otra arteria, etc. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 322)

Figura N° 9. Diagrama de Colas



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)



2.2.6 Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad

Para realizar cualquier investigación en ingeniería de tránsito, existe una medición básica que es de suma importancia y la base de dicha investigación, esta es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros o peatones. Este conteo o aforo se realiza para obtener información correspondiente a:

- ✓ Volumen, es el número de vehículos o personas que pasan por un punto determinado de la vía durante un tiempo específico.
- ✓ Tasa de flujo, es la frecuencia en donde los vehículos o personas atraviesan durante un tiempo determinado, el cual debe ser menor a 60 minutos, y se expresa como una tasa horaria equivalente.
- ✓ Demanda, es el número total de vehículos o peatones que tienen la intención de atravesar por un espacio determinado durante un tiempo específico. Cabe mencionar que cuando se da una congestión vehicular, es porque la demanda es superior al volumen actual, esto a causa de que muchos de los viajes optan por rutas alternas y muchos otros simplemente no se terminan por realizar a causa de restricciones por parte del sistema vial. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.6.1 Capacidad vial

Es la mayor cantidad de vehículos motorizados que pueden atravesar por un espacio determinado durante un tiempo específico. Esta es una de las principales características que posee el sistema vial ya que representa su oferta. En un determinado espacio, el volumen actual no debería ser mayor que su capacidad real, aunque, existen diversas circunstancias en las que al parecer esto ocurre justamente a causa de que la capacidad vial es identificada y calculada de manera incorrecta o ficticia y no observada y calculada de manera correcta directamente en campo.

Como se puede observar, la demanda es una medida de la cantidad de vehículos o peatones que esperan poder ser atendidos, diferente de los que son efectivamente atendidos (volumen) y de los que pueden o desean ser atendidos (capacidad). Cuando se da que la demanda es inferior a la capacidad, entonces el volumen y la demanda son idénticos, por lo que se afirma que los aforos realizados, son mediciones casi exactas de la demanda existente. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)



Es la cantidad conocida de demanda de tránsito que se observa en la actualidad o se puede obtener en las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de vías y calles. La capacidad u oferta es una medida obtenida de la eficiencia y eficacia con la que un sistema vial brinda servicio a dicha demanda.

Uno de las importantes características que logra la capacidad vial es la de determinar la calidad que brinda un tramo de la vía.

Técnicamente la capacidad se define como la tasa máxima de flujo que una vía o calle puede soportar. Es decir que la capacidad vial de una infraestructura es determinar el máximo número de usuarios que pueden atravesar por un determinado punto de uno de los carriles o calzadas de la vía durante un intervalo de tiempo determinado, todo bajo el control de una infraestructura vial y de los dispositivos de control.

Un flujo estable se puede presentar en un determinado tiempo, este puede ser de 15 minutos utilizado en la mayoría de los estudios de capacidad, esto se da por motivos de considerar a este intervalo como el más corto utilizado.

Sea cual sea la infraestructura vial (vía o calle), puede esta tener el objetivo de la circulación continua o discontinua. De darse el caso de sistemas viales de circulación discontinua, estas tienen elementos fijos, que producen interrupciones en el mismo, de otra manera los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, como pueden ser los semáforos, las señales de pare y otros tipos de regulación.

Mucho depende del tipo de infraestructura vial a estudiar, puesto que se debe establecer un procedimiento adecuado para realizar el cálculo de su capacidad. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

2.2.6.2 Niveles de servicio

La calidad de flujo vehicular también llamado nivel de servicio es medido cualitativamente con la intención de describir aquellas condiciones de operación que presenta un flujo vehicular, además de obtener la percepción que llegan a tener los usuarios de la vía ya sean los pasajeros de los vehículos y/o motoristas.

Todas estas condiciones son manifestadas por factores directamente relacionados con la velocidad y el tiempo de recorrido, además de la seguridad vial, la comodidad al momento de transportarse, la libertad de maniobras y la comodidad que tienen los usuarios.



Todos aquellos factores que intervienen en el nivel de servicio llegan a ser internos o externos. El volumen, la composición del tránsito, la velocidad y el porcentaje de movimientos en las intersecciones o entrecruzamientos sufren variación por aquellos factores denominados internos. Por otra parte, los factores externos son todos aquellos que poseen características físicas, tales como las pendientes, los anchos de carriles, la distancia libre lateral, los anchos de acotamientos, etc.

Como menciona el (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005) según el Manual de Capacidad de Carreteras del año 1985, Special Report 209, del TRB, traducido al español por la Asociación Técnica de Carreteras de España, establece seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor.

- **Niveles de Servicio A**

Este es el nivel que brinda mayor comodidad al usuario, es identificada porque posee una circulación a flujo libre. En este nivel los usuarios se encuentran libres de todos los efectos de que podrían causar la presencia de otros usuarios en la vía. Los usuarios encuentran opciones para poder elegir velocidades y de esta manera maniobrar los vehículos de una manera cómoda dentro de la vía.

Como ya se mencionó el nivel A está considerada excelente por la comodidad y facilidad proporcionada al momento de la circulación realizada por el usuario, ya sea conductor, pasajero o peatón.

La velocidad mínima para cumplir con el requisito principal que debe tener vía expresa para así ser catalogada por un nivel de servicio A es de 95 km./hora. Además, la vía debe cumplir con unas características geométricas ideales y presentar bajo tráfico.

Otro de los requisitos que debe cumplir una vía expresa es su capacidad máxima por carril, esta debe de ser de 2000 vehículos/hora, es decir que su volumen de servicio debe presentar números menores a 700 vehículos/hora por carril, esto en condiciones ideales para lograr el Nivel de Servicio < 0.35 ($0.35 = N.5 = 700/2000$). (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

Las vías arteriales deben presentar características ideales parecidas a las de las vías expresas: es decir ancho de carril de 3.50m, sus bermas no deben presentar obstáculos y estar totalmente libres con un ancho de 1.80m. a partir del borde de la calzada, además sus características geométricas deben corresponder a una velocidad máxima de 110 km/hora sin presencia de tráfico pesado.



Son estas las condiciones que nos indican que la capacidad máxima de una vía por carril es de 2,000 vehículos/hora. Cabe mencionar que las opciones son mínimas de mantener todas estas condiciones ideales y todos los factores son afectados reduciendo substancialmente su capacidad.

La onda de progresión es la que controla todas las velocidades en las vías colectoras. Hasta llegar a un índice de servicio de ($i/c = 0.60$), la velocidad adecuada en todas estas vías debe estar entre 45 a 50 km/hora, el índice de congestión IC de las intersecciones es prácticamente nulo y el factor de hora punta típico generalmente suele estar alrededor de 0.70, sin embargo, este último no necesariamente tiene porque ser así. Todas las condiciones ya mencionadas son características típicas del nivel de servicio A, finalmente es necesario mencionar que este nivel de servicio puede llegar a 20 por 100 de la capacidad máxima, que nos indicara unos 400 vehículos/hora en cada carril.

La velocidad en las vías locales está influenciada directamente por el límite máximo autorizado, que es por lo general de 35km/hora y 200 vehículos/hora en cada carril, esto en condiciones ideales. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

- **Nivel de servicio B**

En este nivel podemos observar todavía un rango del flujo estable, a pesar que se empiezan a observar otros vehículos que son parte de la circulación en la vía. Dentro de este nivel todavía los usuarios poseen la libertad de elegir velocidades, aunque empieza a disminuir la libertad de maniobra, esta libertad es relativamente afectada si comparamos con la del nivel de servicio A.

Tanto la comodidad y la facilidad de maniobras es algo inferior a los del nivel de servicio A, esto por causa de la presencia de otros usuarios en sus vehículos que comienzan a influir en el comportamiento de los demás usuarios.

En las vías expresas este nivel es definido por la velocidad de servicio que tiene que ser igual o mayor a los 80 km/hora, además la intensidad del tráfico no debe exceder del 50 por 100 de la capacidad ($i/c = 0.50$), esto nos indica que no debe superar los 1.000 vehículos por hora en cada carril de la vía.



En el caso de las vías arteriales dentro del nivel de servicio B se comienza a observar que la mayor parte de los vehículos mantienen entre sí distancias mínimas que procuran no influenciar unos en otros. Si consideramos que las condiciones deben ser ideales, la intensidad de servicio no debe exceder los 1.000 vehículos por hora en cada uno de los carriles, es decir el 50 por ciento por 100 de la capacidad en condiciones ideales, además la velocidad de servicio es igual o mayor a 85 km/hora.

Para las vías colectoras que se encuentran dentro de este nivel, su índice de congestión i/c debe de ser 0.45 con una velocidad superior a 40 km/hora. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

- **Nivel de servicio C**

En este nivel todavía podemos observar un nivel que pertenece al rango del flujo estable, sin embargo, la facilidad de maniobra de los usuarios es afectado de manera significativa de los unos a los otros en las diferentes interacciones que presenta la vía. En este nivel podemos ya observar que la velocidad es afectada directamente por otros usuarios, así como la libertad de maniobra empieza a ser dificultosa. Tanto la comodidad y el facilismo de los usuarios es restringido notoriamente.

En las vías expresa que pertenecen al nivel de servicio C se puede observar que la velocidad de servicio no excede los 80 km/hora, es por ese motivo, que, en condiciones óptimas, la intensidad máxima no debe exceder los 1500 vehículos por hora en cada carril de la vía.

Cada vez que aumenta la intensidad de circulación, podemos observar una reducción de la velocidad, propagando así el nivel de servicio C en donde la velocidad de servicio no puede superar los 70 km/hora, esto sin variaciones toscas. La intensidad en sus mejores condiciones puede llegar al 70 por 100 de su capacidad, esto nos indica que deben de ser 1,400 vehículos por hora en cada carril, para las vías arteriales de este nivel.

Dentro del nivel de servicio C, todas las vías colectoras deben de tener un índice de congestión que se encuentre entre 0.70 y 0.80, la velocidad promedio no debe exceder los 35 km/hora. En las intersecciones se observa que los vehículos tardan más de un ciclo semafórico y el índice de congestión es de 0.30. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)



- **Nivel de servicio D**

Dentro del nivel de servicio D podemos observar que la circulación posee una densidad alta, sin embargo, todavía la circulación es estable en la vía. Así como la velocidad, también las libertades de maniobra quedan seriamente imposibilitadas, esto causa que el usuario o peatón atraviese por una comodidad y conveniencia de bajo nivel. Todos los problemas que se observan correspondientes al funcionamiento de la vía son provocados por reducidos incrementos del flujo vehicular.

Es en este nivel donde el coeficiente de hora punta es aún más importante.

A este nivel de servicio le pertenece una velocidad más baja compatible, sin embargo, todavía le corresponde un estándar de circulación casi estable, contando así con una velocidad que se encuentre entre 60 o 65 km/hora, ocasionando muchas veces incidentes que pueden ser ocasionados por paradas o cambios bruscos de los usuarios.

Para este nivel de servicio el índice de congestionamiento i/c no debe exceder el 0.90 (aplicando ya el factor de hora punta). En óptimas condiciones, se observa que, en una calzada ya sea de cualquier número de carriles, pero con un mismo sentido, la intensidad horaria acomodada por el factor de hora punta no puede exceder a los 1,800 vehículos por hora en cada carril de la vía, todas estas características pertenecen al caso de las vías expresas. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

- **Nivel de Servicio E**

Dentro de este nivel podemos observar que el funcionamiento de la vía se encuentra dentro, o al límite de su capacidad. Esto nos dice que las velocidades de todos los usuarios en la vía se ven afectadas y reducidas a un mínimo valor, sin embargo, se observa que todavía es bastante uniforme.

Todos los usuarios pueden apreciar que la libertad de maniobra para poder movilizarse es intensamente complicada, y se puede lograr obligando a un vehículo o peatón a que deba “ceder el paso”.

Los niveles tanto de comodidad y facilidad son muy reducidos, provocando así una muy elevada frustración de los usuarios ya sean conductores o peatones. La circulación de los vehículos en la vía es notablemente cambiante, dentro del nivel de servicio E se producen accidentes provocado por los pequeños aumentos en el flujo o ligeros inconvenientes del tránsito.



El nivel de servicio E posee un régimen de circulación cambiante, cuyas velocidades oscilan entre 45 y 60 km/hora, además podemos encontrar cambios perturbadores, y con índices de congestión i/c cercanos a 1, esto quiere decir, volúmenes correspondientes al orden de 2,000 vehículos por hora en cada carril en condiciones óptimas.

La capacidad de los puntos críticos son los que determinan y condicionan a la intensidad del servicio de la vía. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

- **Nivel de Servicio F**

Este dentro del rango de niveles es el peor y presenta condiciones de flujo obligado. Es decir que este nivel se presenta cuando la cantidad de tránsito en cualquier parte de la vía es mayor, a la cantidad de vehículos que puede atravesar por dicha vía. Son en estos tramos donde se forman largas colas y mucha espera, además la operación de la vía se caracteriza principalmente por la existencia de una gran cantidad de paradas y arranques por parte de los vehículos, que son intensamente cambiantes.

Dentro de este nivel las velocidades de servicio oscilan entre 0 y 45 km/hora. Esto indica que las intensidades dependen directamente de la capacidad en un tramo que es provocado por el embotellamiento. Muchas veces, cuando existe una gran demanda instantánea en la vía, se llega a observar que de pronto se pasa del nivel D instantáneamente al nivel F, sin experimentar atravesar por el nivel E. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

Figura N° 10. Niveles de Servicio según ICG



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



Según (Romana, 2017) mediante su publicación referente al HCM (Highway Capacity Manual), los niveles de servicio también se pueden clasificar en 6 niveles que indican los flujos vehiculares en las diferentes intersecciones semaforizadas:

- ✓ **Nivel de Servicio A:** Este nivel indica el flujo vehicular con demoras no mayores a los 10 segundos por cada vehículo, se observa que la circulación es libre ya que la relación de volumen y capacidad es baja.
- ✓ **Nivel de Servicio B:** En este nivel se observa que las demoras del flujo vehicular se dan entre 10 a 20 segundos por cada vehículo, además la cantidad de vehículos que se detienen son en mayor cantidad que el nivel de Servicio A.
- ✓ **Nivel de Servicio C:** En este nivel las demoras en el flujo vehicular se dan entre 20 y 35 segundos por cada vehículo, el ciclo tiene una duración moderada, se observan uno o más vehículos en cola que no son capaces de salir de la congestión en un solo ciclo semafórico, aunque también se observan vehículos que atraviesan por la intersección sin ser detenidos.
- ✓ **Nivel de Servicio D:** Este nivel muestra una demora entre 35 y 55 segundos por cada vehículo, se observan varios vehículos detenidos que no son capaces de atravesar la intersección en un solo ciclo semafórico.
- ✓ **Nivel de Servicio E:** En este nivel se puede observar demoras mayores a los 80 segundos por cada vehículo, además se observan las colas de vehículos en la intersección.

En resumen, tenemos el siguiente cuadro:

Tabla N° 2. Cuadro resumen sobre niveles de servicio (HCM)

Nivel de Servicio	Demora de vehículo en segundos
Servicio A	Menor o igual a 10 segundos
Servicio B	Entre 10 y 20 segundos
Servicio C	Entre 20 y 35 segundos
Servicio D	Entre 35 y 55 segundos
Servicio E	Entre 55 y 80 segundos
Servicio F	Mayor a 80 segundos

Fuente: (HCM, 2016)



Los Niveles de Servicio que encontramos en una intersección determinada también se pueden definir según (Trafficware, 2017), los niveles de servicio se pueden dar hasta en 8 niveles:

- ✓ **Nivel de Servicio A:** Este nivel es el más óptimo de todos ya que el movimiento de todos los vehículos se dará en un solo ciclo semafórico de 80 segundos.
- ✓ **Nivel de Servicio B:** En este nivel casi todos los vehículos podrán moverse dentro de un ciclo semafórico de 90 segundos o menos.
- ✓ **Nivel de Servicio C:** En este nivel no se encuentra congestión importante, aunque el ciclo semafórico es de 100 segundos o menos y los vehículos se moverán de manera casi eficiente.
- ✓ **Nivel de Servicio D:** Este nivel muestra que se encuentra al límite de un congestionamiento, con un ciclo semafórico de 110 segundos o menos y la intersección ya no presente una eficiencia completa.
- ✓ **Nivel de Servicio E:** En este nivel se aprecia que aún no hay congestión importante, aunque se requiere ciclos semafóricos de 120 segundos para así poder mover el tráfico y no crear ya un congestionamiento considerable.
- ✓ **Nivel de Servicio F:** En este nivel se observa que la capacidad de la intersección llega al límite, además de observar congestión vehicular de entre 15 a 60 minutos por día y el ciclo semafórico tiene que ser cambiado a más de 120 segundos para así poder mover todos los vehículos de la intersección.
- ✓ **Nivel de Servicio G:** Ya la capacidad en esta intersección superó su capacidad en un 10% o 20% por lo que la congestión es ya pronunciada y el tiempo de demora es entre 60 y 120 minutos por día y también el ciclo semafórico requiere ser mayor a 120 segundos para poder mover el tráfico.
- ✓ **Nivel de Servicio H:** Este es el nivel más deficiente que menciona el (Trafficware, 2017), su capacidad llega a ser mayor a 20% donde la congestión es mayor a 120 minutos por día y se recomienda usar rutas alternas a esta intersección.



En resumen, tenemos:

Tabla N° 3. Valores de ICU

Nivel de Servicio	ICU
Servicio A	Entre 0% y 55%
Servicio B	Entre 55% y 64%
Servicio C	Entre 64% y 73%
Servicio D	Entre 73% y 82%
Servicio E	Entre 82% y 91%
Servicio F	Entre 91% y 100%
Servicio G	Entre 100% y 109%
Servicio H	Mayor a 109%

Fuente: (Trafficware, 2017)

Debemos considerar que estos cuatro parámetros se relacionan estrechamente entre sí y se expresan en las mismas unidades o similares, sin embargo, no significan lo mismo. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

2.2.6.3 Relación entre demanda vehicular y oferta vehicular

(Cal y Mayor & Cárdenas, 2018) indica en su libro la siguiente relación entre demanda vehicular y oferta vehicular.

- ❖ Cuando la demanda es menor a la oferta, los niveles de servicio bajaran de excelentes a aceptables y el flujo vehicular se convertirá en no saturado.
- ❖ Cuando la demanda es igual a la oferta, el sistema vehicular llena su capacidad y ya se puede presentar congestión.
- ❖ Cuando la demanda es mayor a la oferta, el flujo vehicular presentará congestión vehicular.

2.2.6.4 Volumen Horario de Máxima Demanda

Máxima cantidad de vehículos que transitan en un carril durante una hora o 60 minutos continuos. El volumen horario de máxima demanda es el más importante en el día ya que es el valor máximo. (HCM, 2016)

2.2.6.5 Flujo de Saturación

El flujo de saturación es denominado como la tasa máxima de flujo vehicular por cada grupo de carriles.



Existen dos tipos de flujo de saturación:

❖ Flujo de Saturación Básico (S_b):

Cantidad de vehículos que forman una cola por tiempo semafórico verde.

El HCM recomienda 1900 vehículos livianos por hora por carril (veh/h/carril), para la tasa de flujo de saturación ideal, considerando carriles de 3.6m, pendiente de 0%, mismo tipo de vehículos, sin estacionamientos ni giros, etc.

❖ Flujo de Saturación Real (S):

Máxima cantidad de vehículos descargados desde una cola, donde se realizan cualquier tipo de movimiento en la intersección y posee cualquier tipo de vehículo.

El flujo de saturación real es determinado por la siguiente ecuación matemática:

Ecuación N° 1. Flujo de Saturación Real

$$S = (S_o) \times (f_w) \times (f_{hv}) \times (f_g) \times (f_p) \times (f_{bb}) \times (f_a) \times (f_{LU}) \times (f_{LT}) \times (f_{RT}) \times (f_{Lpb}) \times (f_{Rpb})$$

S = Flujo de saturación real del grupo de carriles (Veh/hora de verde).

S_o = Flujo de saturación básico por carril

f_w = Factor de ajuste por ancho de carriles.

f_{hv} = Factor de ajuste por vehículos pesados.

f_g = Factor de ajuste por pendiente de acceso.

f_p = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

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

f_a = Factor de ajuste por el tipo de área.

f_{LU} = Factor de ajuste por utilización de carriles.

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

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

f_{Lpb} = Factor de ajuste de peatones que giran a la izquierda.

f_{Rpb} = Factor de ajuste para los ciclistas que doblan a la derecha.



2.2.6.6 Factores de ajuste del flujo de saturación

- ❖ Factor de ajuste por ancho de carriles (f_w)

Este factor añade el impacto negativo de carriles estrechos en la tasa de flujo de saturación, también permite una mayor tasa de flujo para carriles anchos. La medida estándar de ancho de carril es de 3.6m. (HCM, 2016)

Tabla N° 4. Valores de factor de ajuste por ancho de carriles

Ancho de Carril (m)	Valor de factor de ajuste
< 4.0	0.96
≥ 3.0 – 3.92	1.0
>3.92	1.04

Fuente: (HCM, 2016)

- ❖ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{hv})

El factor de ajuste añade el espacio adicional ocupado para vehículos pesados.

El manual HCM considera como vehículos pesados a todos aquellos que tienen más de 4 ruedas en contacto con el pavimento.

El Factor de ajuste por vehículos pesados es determinado por la siguiente ecuación matemática:

Ecuación N° 2. Factor de ajuste por vehículos pesados

$$f_{hv} = \frac{100}{100 + P_{hv}(E_T - 1)}$$

P_{hv} : Porcentaje de vehículos pesados en el correspondiente grupo de movimiento.

E_T : Equivale al número de autos para cada vehículo pesado

- ❖ Factor de ajuste por pendiente de acceso (f_g)

Este factor añade el efecto de pendiente rasante en los rendimientos del vehículo ya sea pesado o liviano.

El factor de ajuste por pendiente de acceso es aplicado para pendientes entre el rango de 6% a 10%. (HCM, 2016)



Ecuación N° 3. Factor de ajuste por pendiente de acceso

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

P_g : es la pendiente de aproximación por grupo de movimiento. (%)

❖ Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles (f_p)

Este factor incorpora las interrupciones ocasionales a causa de las maniobras de estacionamiento. Se usa el número de maniobras que se realizan en un estacionamiento por hora próximos a los carriles.

El HCM considera que las maniobras de ingreso o salida bloquean el tráfico en el carril próximo durante un promedio de 18 s

Se considera un límite como máximo de 180 maniobras y se debe tomar en cuenta que las condiciones de estacionamiento no tengan maniobras

Este factor también representa el bloqueo de un carril adyacente por los vehículos que circulan dentro y fuera de la zona de estacionamiento.

Si no existe estacionamiento, entonces este factor tiene un valor de 1,00. (HCM, 2016)

El Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles es determinado por la siguiente ecuación matemática:

Ecuación N° 4. Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.05$$

N_m : tasa de maniobra de estacionamiento adyacente al grupo de carriles (maniobras/h)

N: número de carriles en un grupo de carriles

❖ Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección (f_{bb})

El factor de ajuste por bloqueo de buses incorpora el tránsito local de buses y microbuses donde estos se detienen para recoger pasajeros dentro de unos 75m desde la línea de parada ya sea de subida o bajada.



Se usa este factor cuando los buses bloquean el flujo vehicular causando congestión, es importante considerar que según el HCM el bloqueo promedio para cada bus es de 14.4 segundos durante una fase de verde. (HCM, 2016)

Se emplea un límite de 250 paradas como máximo.

El Factor de ajuste bloqueo de buses que se detienen en el área de la intersección es determinado por la siguiente ecuación matemática:

Ecuación N° 5. Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N} \geq 0.05$$

N: Es el número de carriles en un grupo de carriles

N_b : Es la tasa de parada de buses en el sujeto enfocado (buses/h).

❖ Factor de ajuste por el tipo de área (f_a)

Este factor es utilizado para indicar que la intersección está en una ubicación central de negocios (CBD) o zona de amplia envergadura, las cuales poseen derechos de paso en calles angostas, maniobras de parqueo, actividad de taxis y buses, radios de giro pequeños, uso limitado de giros exclusivos y alta actividad de peatones.

Cuando la intersección se encuentra en un CBD se considera un valor de 0.9. (HCM, 2016)

❖ Factor de ajuste por utilización de carriles (f_{LU})

Este factor añade la distribución desigual del tráfico vehicular en un grupo de carriles. Este factor está basado en el flujo vehicular del carril con volumen más alto.

Este factor realiza ajustes en la tasa de flujo de saturación por el uso desigual de carriles.

Este factor no es usado a menos que un grupo de movimiento posea más de un carril exclusivo.

Se calcula por la siguiente ecuación matemática:



Ecuación N° 6. Factor de ajuste por utilización de carriles

$$f_{LU} = \frac{v_g}{N_e v_{g1}}$$

f_{LU} : Factor de ajuste por utilización de carril

v_g : Tasa de flujo de demanda para el grupo de movimiento (veh/h),

N_e : Tasa de flujo de demanda en el único carril exclusivo con la mayor tasa de flujo de todos los carriles exclusivos en el grupo de movimiento (veh/h/carril)

v_{g1} : Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (LN)

❖ Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (f_{LT})

El factor de ajuste por vueltas o giros a la izquierda dependen de la condicionalidad si los giros son protegidos o permitidos, así como si el giro es realizado en un carril exclusivo o compartido. (HCM, 2016)

Para poder determinar el factor de ajuste por vueltas o giros a la izquierda usamos la siguiente ecuación:

Ecuación N° 7. Factor de ajuste por vueltas a la izquierda

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

E_L : Es el equivalente al número de carros para un giro a la izquierda protegida de vehículo (= 1,05)

Para poder obtener el valor de E_L , el manual HCM nos proporciona los siguientes valores expresados en el siguiente cuadro:



Tabla N° 5. Valores de E_L para cálculo de Factor de ajuste por vueltas a la izquierda

Tipo de Carril		E_L Equivalente al número de carros para un giro a la izquierda				f_{LT} Factor de ajuste por vueltas a la izquierda	
Giros a la izquierda con fase protegida							
Un carril exclusivo o compartido		1.05				0.95	
Dos o más carriles exclusivos o compartidos		1.09				0.92	
Calles de un solo sentido o intersecciones en T							
Un carril exclusivo o compartido		1.18				0.85	
Dos o más carriles exclusivos o compartidos		1.33				0.75	
Giros a la izquierda en carriles compartidos con presencia de flujo opuesto							
Flujo Opuesto (Veh/h)	1	200	400	600	800	1000	1200
E_L	1.4	1.7	2.1	2.5	3.1	3.7	4.5
Giros a la izquierda en carriles exclusivos con presencia de flujo opuesto							
Flujo Opuesto (Veh/h)	1	200	400	600	800	1000	1200
E_L	1.3	1.6	1.9	2.3	2.8	3.3	4

Fuente: (HCM, 2016)

❖ Factor de ajuste por vueltas a la derecha (f_{RT})

El factor de ajuste por vueltas a la derecha es aquel que analiza el efecto de la geometría. Este factor depende si los giros se hacen desde carriles exclusivos o compartidos, así como también de la cantidad de vehículos que giran a la derecha. Según el HCM el factor de giro a la derecha es 1.0 solo si el grupo de carriles no incluyen ningún giro a la derecha. (HCM, 2016)

Para grupo de carriles exclusivos o compartidos se asume un valor de 1.18 como f_{RT} , teniendo como factor 0.85. Si se tiene carriles dobles el factor será 0.75.

Para calcular este factor se usa la siguiente formula a continuación:



Ecuación N° 8. Factor de ajuste por vueltas a la derecha

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

E_R = Número equivalente de vehículos que giran a la derecha por un carril exclusivo.

Tabla N° 6. Valores de E_R para cálculo de Factor de ajuste por vueltas a la derecha

Tipo de Carril	E_R	f_{RT}
Un carril exclusivo o compartido	1.18	0.85
Dos o más carriles exclusivos o compartidos	1.33	0.75

Fuente: (HCM, 2016)

2.2.7 Tiempo semafórico

2.2.7.1 Semáforos

Los semáforos son dispositivos de control del tránsito que poseen el objetivo de moderar y ordenar el tránsito vehicular ya sea motorizado o no motorizado. Dichos dispositivos de control de tránsito realizan funciones del color verde, ámbar y rojo.

- Rojo: Restringe un determinado flujo vehicular por un determinado tiempo.
- Verde: Tolera un determinado flujo vehicular por un determinado tiempo.
- El conductor consiente el paso y detiene el automóvil, así como no ingresa al cruce o en el color amarillo o ámbar.

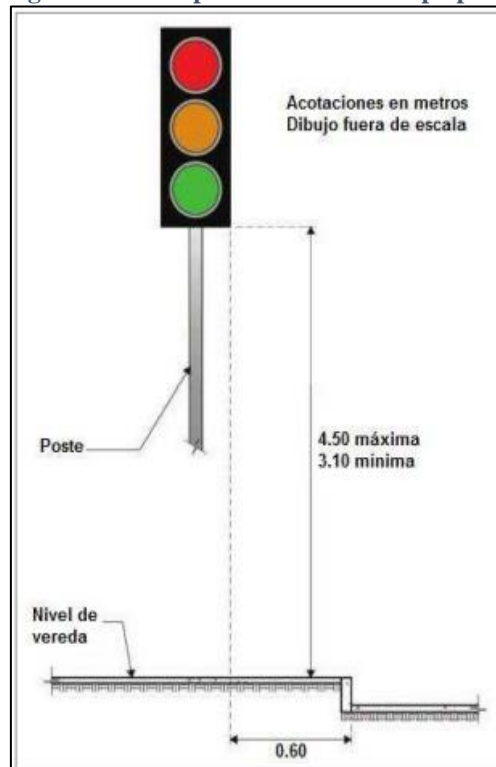
Las unidades de control tienen la función de regular e inspeccionar un debido funcionamiento de los semáforos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) Se conceptualiza a los semáforos como dispositivos electrónicos que son usados para el control de flujo vehicular y peatonal, por medio de luces como verde, amarillo y rojo. Estos tienen la función de condescender el paso alternado a las corrientes de tránsito de diferentes direcciones. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 495)

2.2.7.2 Estructura del semáforo

- Soporte

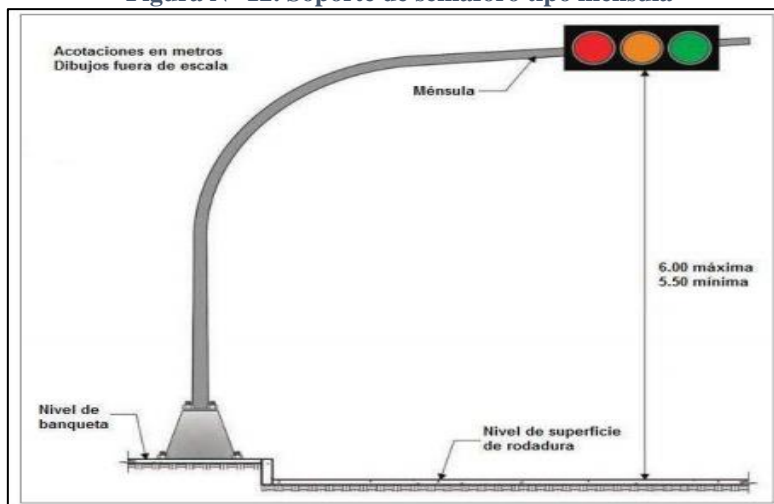
Estructura que tiene la función de fijar la parte superior del semáforo para que ceda a configuraciones angulares ya sean verticales y horizontales. Está formado por ménsulas cortas y largas sujetas a pilares laterales, postes, pórticos y cables de suspensión. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Figura N° 11. Soporte de semáforo tipo poste



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

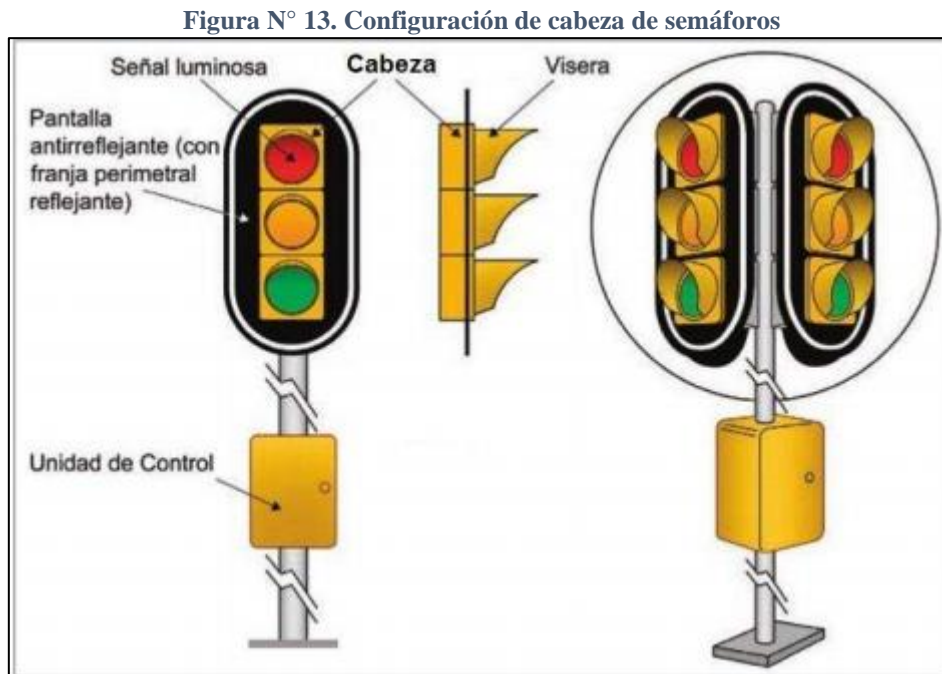
Figura N° 12. Soporte de semáforo tipo ménsula



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

- Cabeza

En la cabeza se encuentran las partes perceptibles del semáforo, estas poseen un número de caras y se encuentran en diferentes direcciones. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

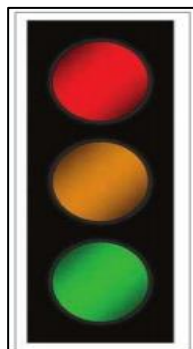


Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

- Cara

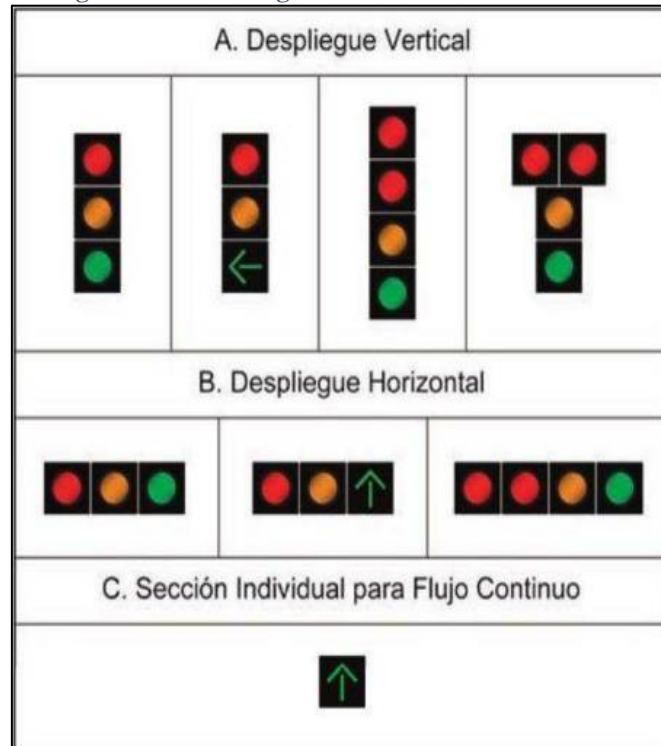
La cara posee módulos luminosos, viseras y placas de contraste en la misma dirección. Posee de uno a cinco módulos luminosos que permiten regular y controlar circulación vehicular y sus respectivos movimientos. En el caso de verificación peatonal tienen dos módulos luminosos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Figura N° 14. Cara de un semáforo



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Figura N° 15. Configuración de caras de semáforos



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Ventajas

- Ordena y optimiza la capacidad vial.
- Con una adecuada velocidad constante se puede sincronizar para tener una circulación continua.
- Permite detener los volúmenes de tránsito temporalmente en una arteria, para dar paso a las vías transversales.

Desventajas

- Los semáforos sincronizados incorrectamente podrían ocasionar demoras injustificadas, especialmente en volúmenes pequeños por un incremento en la duración de luz roja o del periodo total del ciclo.
- Intensifican por cambios de color (rojo, verde o ámbar) el número de accidentes.
- Provocan pérdidas o incrementos en el tiempo para los conductores cuando el volumen vehicular es mínimo
- En caso de que el semáforo presente averías como focos fundidos o interrupciones de fluidos eléctrico se podrían dar un aumento considerable en la gravedad de los accidentes de tránsito. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pág. 496)



2.2.7.3 Unidad de control

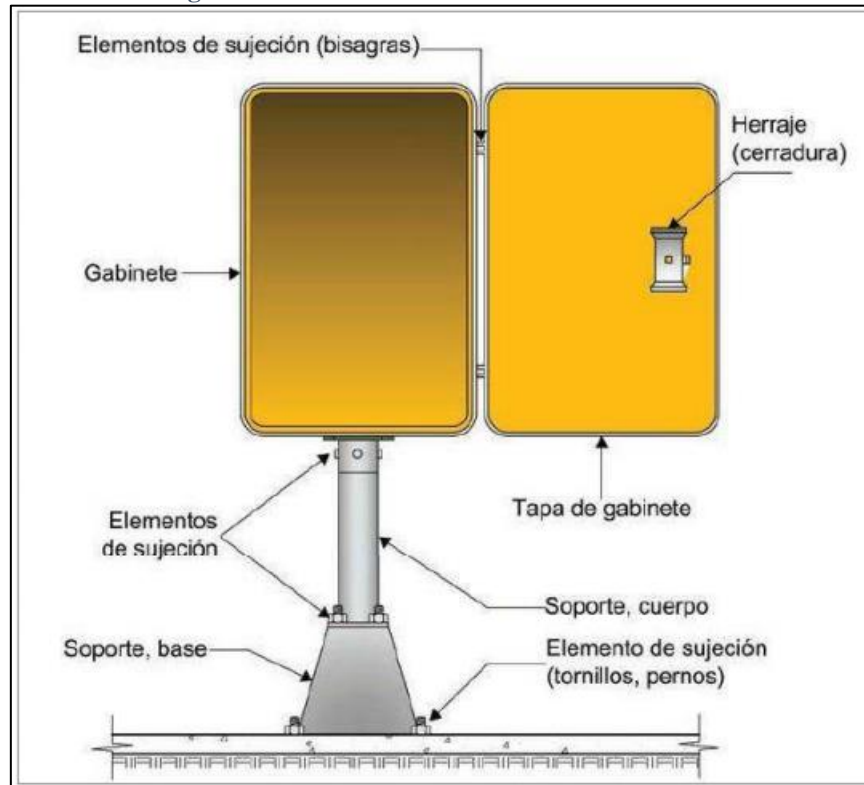
Las unidades de control según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), son el conjunto de mecanismos electromecánicos o electrónicos que se encuentran en un cajón desde donde se ordenan los tiempos y cambios de los colores del semáforo. Cada unidad de control tiene programaciones ya realizadas, que se pueden clasificar a continuación:

- a) Tiempo fijo: Controlador en el que ninguna fase del ciclo se encuentra activa.
- b) Semi-accionado: Controlador en el que algunas de las fases en la intersección son activadas por el flujo vehicular.
- c) Totalmente accionado: Controlador donde todas las fases de la intersección se activan por el flujo vehicular. Se realizan las siguientes funciones:
 - Llevar a gabinete los datos obtenidos por los detectores para luego reprogramar los periodos.
 - Enviar información a una base de control para optimizar el control del tráfico.

Por lo general los semáforos cuentan con un sistema que está integrado de 5 circuitos que se encargan de operar satisfactoriamente, además de contar con un notable grado de flexibilidad, los cinco circuitos son los siguientes:

- ✓ De secuencia de fase.
- ✓ De variación de ciclos o intervalos.
- ✓ De desfasamiento.
- ✓ De apagado.
- ✓ De destello.

Figura N° 16. Unidad de control de semáforo



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.7.4 Estación central o control maestro

La estación central tiene por finalidad mejorar los movimientos del flujo vehicular y brindar respuestas de solución a los problemas de congestión.

Una estación central o control maestro es un eje donde se realizan las maniobras que distribuirán las señales de control, que son originadas en los circuitos interconectados a un sistema de semáforos debidamente sincronizados.

a. Sistema coordinado simultáneo: En este sistema los dispositivos de control de tránsito, en este caso los semáforos, comunican el mismo mensaje en toda la vía, verde en arterias principales y roja en arterias secundarias, por tanto, los tiempos son iguales a lo largo de toda la vía y las indicaciones cambiarán sincronizadamente.

b. Sistema coordinado alternado: En este caso los semáforos adyacentes visualizan indicaciones alternas a lo largo de una vía. Existen sistemas alternos simples donde el desfase es de medio ciclo y sistemas alternos dobles donde el desfase es cero para los semáforos simultáneos, y medio ciclo para los demás.



c. Sistema coordinado progresivo: En este sistema se presentan dos casos donde pueden ser limitados o flexibles, para el primer caso se establece un mismo tiempo para los ciclos de color verde, estos son autónomos de acuerdo a las exigencias de cada intersección y de conformidad con un programa de tiempos para permitir la circulación continua o casi continúa de vehículos. El segundo caso abarca todas las características del primero. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.7.5 Tipo de semáforos

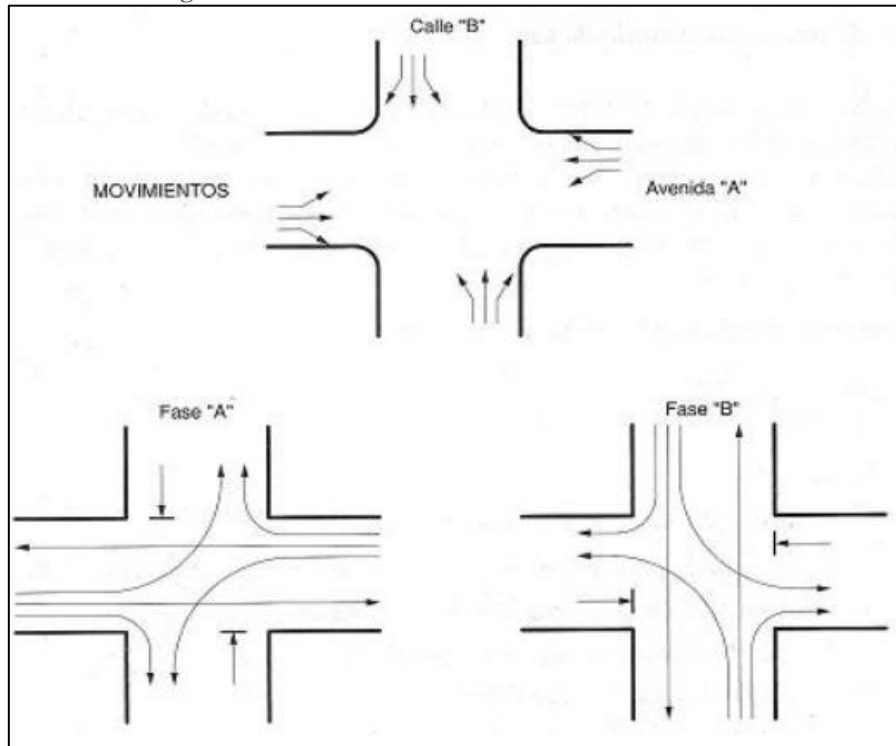
Se clasifican según sus mecanismos de su operación y forma de control:

- a) Semáforos para vehículos, estos pueden ser semáforos fijos o pre sincronizados, semáforos diseñados y sincronizados por el tránsito o semáforos que se adaptan al tránsito
- b) Semáforos diseñados únicamente para peatones
- c) Semáforos especiales, como pueden ser semáforos con destellos o intermitentes, semáforos que controlan el adecuado uso de carriles, semáforos que se encargan de dar paso a vehículos de emergencia, semáforos que indican la llegada de trenes, semáforos que se encargan de regular el uso de carriles de peajes. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.7.6 Cálculo de los tiempos del semáforo

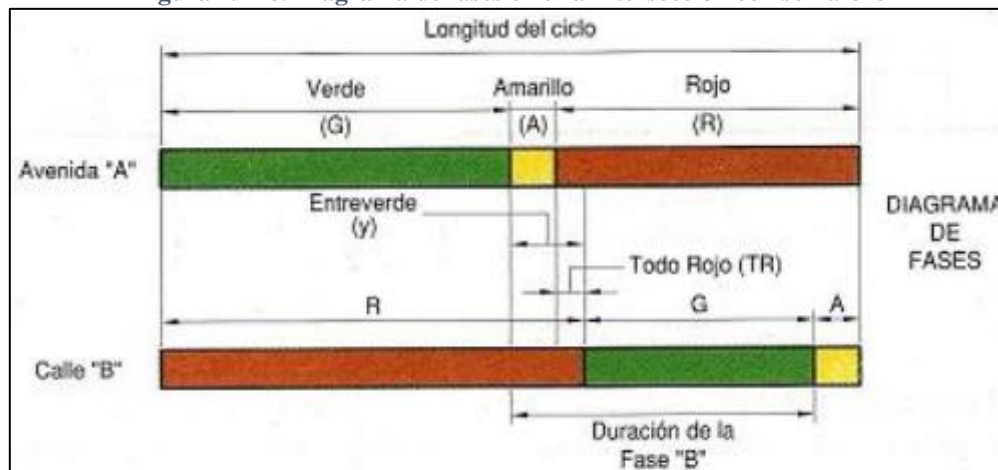
- Se da el inicio de una fase cuando se pierde el derecho de paso al final del verde. La nueva fase inicia con el color ámbar que detiene todos los movimientos de aquellos que pierden el derecho de paso y finaliza con el color verde. Una fase comprende de un intervalo ámbar, uno todo rojo y uno verde.
- Los tiempos en cada fase están relacionados directamente con los volúmenes de tránsito, donde la demora o intervalo de tiempo en cada fase, así como la duración del ciclo corresponden al requerimiento. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

Figura N° 17. Fases en una intersección con semáforo



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

Figura N° 18. Diagrama de fases en una intersección con semáforo



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

2.2.7.7 Intervalo de cambio de fase

La función principal del intervalo de cambio de fase es la de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección. El intervalo de cambio de fase considera para su cálculo el tiempo de percepción-reacción del conductor, los requerimientos de desaceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección.



Ecuación N° 9. Intervalo de cambio de fase

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

Ecuación N° 10. Cambio de fase semafórica

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

Donde:

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

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

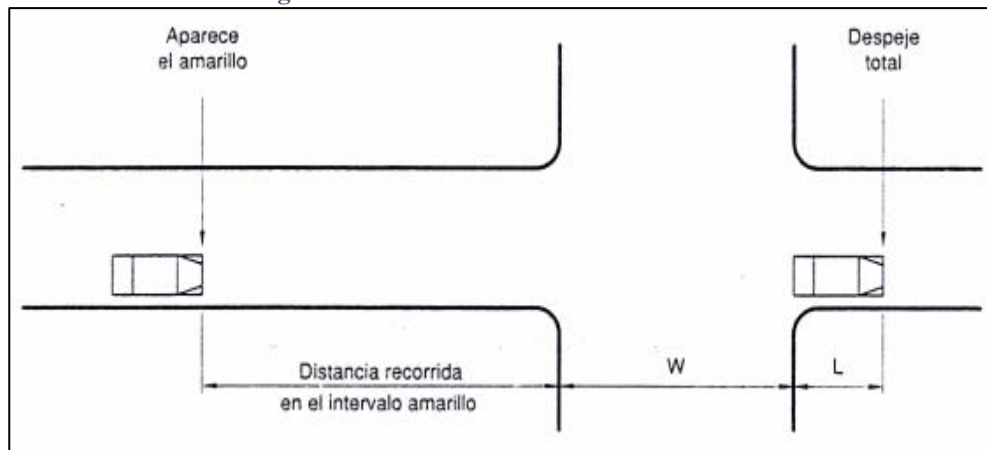
v = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

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

W = ancho de la intersección (m)

l = longitud del vehículo (valor típico 6.10 m)

Figura N° 19. Cambio de fase semafórica



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

2.2.7.8 Longitud del ciclo

Según F.V Webster con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforos se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo de la siguiente formula:

Ecuación N° 11. Longitud del ciclo semafórico

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

Donde:

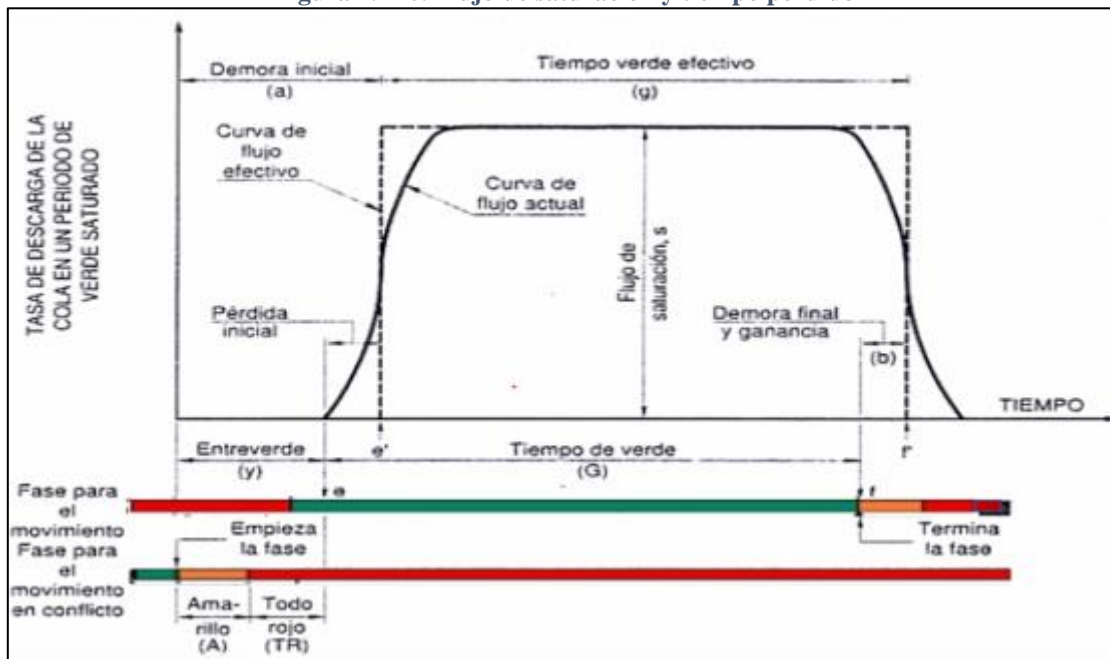
C_o = tiempo óptimo de ciclo (s), redondear al múltiplo de 5 superior más próximo.

L = tiempo total perdido por ciclo (s).

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i .

Φ = número de fases.

Figura N° 20. Flujo de saturación y tiempo perdido



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

2.2.7.9 Máxima relación de flujo actual a flujo de saturación s por carril por cada fase

Ecuación N° 12. Relación flujo actual - flujo de saturación

$$Y_i = \frac{qi_{max}}{s}$$

Donde:

qi_{max} : Flujo Crítico o máximo por carril de la fase i

S : Flujo de Saturación



2.2.8. Escalas de modelación del tránsito

Según (Campomanes & Lopez, 2019) existen 3 grandes tipos de modelos matemáticos que tienen la capacidad de explicar el flujo vehicular, el cual es la base para resolver problemas relacionados a la teoría de control, estos 3 tipos de modelos son:

- Modelos Macroscópicos: Dentro de este modelo se estudia lo referente a la velocidad de los vehículos, la densidad del tráfico y el flujo, todo esto relacionado en estudios de grandes magnitudes donde la principal característica a estudiar son las variables del flujo.

Entre los programas que realizan este tipo de simulaciones tenemos:

- ✓ TRANSYT-7F
- ✓ VISUM
- ✓ FREFLO
- ✓ NETVACI
- ✓ TransCAD
- ✓ KRONOS
- ✓ AUTOS
- ✓ EMME/2
- ✓ METANET
- ✓ METACOR.

- Modelos Mesoscópicos: Este modelo realiza estudios entre los modelos macroscópicos y microscópicos, y se centra en analizar los comportamientos que los usuarios o grupos de conductores poseen. Para dicho modelo es importante apoyarse en métodos estadísticos para así reconocer las posibilidades que tiene un vehículo para encontrarse en un determinado instante en un determinado lugar.

Los programas más utilizados para este tipo de análisis son:

- ✓ METROPOLIS
- ✓ DYNASMART
- ✓ DYNAMIT e INTEGRATION



- Modelos Microscópicos: Como su nombre indica este tipo de modelos son presentados de manera más pequeña y su análisis de estudio son los propios vehículos y su interacción con la infraestructura y entre ellos mismos.

El comportamiento de cada vehículo se da a partir del comportamiento de los demás vehículos que forman parte de todo el sistema, en este caso particular de la intersección, los modelos microscópicos se destacan por realizar un seguimiento de cada vehículo.

Entre los simuladores más conocidos de este tipo de modelos tenemos:

- ✓ INTRAS
- ✓ FRESIM
- ✓ MITSIM
- ✓ NETSIM
- ✓ CORSIM
- ✓ VISSIM
- ✓ THOREAU
- ✓ FLEXSYT-II
- ✓ AIMSUM
- ✓ HCS2000
- ✓ SIDRA
- ✓ TRANSYT-7F
- ✓ SYNCHRO

Para nuestro caso en particular usaremos el Synchro 10, considerando que este simulador nos ayudara a obtener las mejores soluciones a los problemas planteados en nuestra zona de estudio.

2.2.8.1. Programa synchro

Como mencionamos anteriormente el Synchro es un programa o simulador que desarrolla un modelo microscópico de tránsito, fue desarrollado por la universidad Trafficware la cual se especializa en los estudios de tráfico.

Este programa es capaz de realizar modelos macroscópicos a partir de un análisis determinístico y así poder analizar el tráfico mediante animaciones, dentro de este



programa podemos realizar o dibujar intersecciones semaforizadas y señalizadas, la base de datos del Synchro esta potencialmente sincronizado por el HCM 2016, aunque el cálculo de demoras nos proporciona porcentualmente.

Los programas en los que se apoya el Synchro son uno que permite la representación de la entrada de datos y otro que se encarga de la salida de datos gráficamente.

2.2.8.2. Ola verde

Una ola verde es un fenómeno manipulado intencionalmente, el cual consta de una serie de semáforos coordinados que permiten el flujo continuo de todo el tráfico en diversas intersecciones que se encuentran en una misma dirección.

Cualquiera sea el vehículo que tenga como objetivo atravesar la ola verde, guardando la velocidad establecida que indican los controladores de tráfico, observara y será parte de una cascada progresiva de luces verdes, por ende, no tendrá la necesidad de detenerse en ninguna de las intersecciones.

Este fenómeno justamente permite altos volúmenes de tráfico y reduce así la contaminación auditiva y el desgaste de energía, a causa del menor uso de frenos y de acelerador por parte de los vehículos. En algunos casos particulares, las olas verdes pueden aplicarse e intercalarse en otras direcciones, pero esto aumentará la complejidad del diseño y reducirá la usabilidad, por lo que, el diseño y la aplicación de la ola verde sólo se da en vías que tienen los volúmenes más altos e importantes de tráfico. (Montoya, 2005)

Figura N°21. Ejemplo de Ola Verde en otras ciudades



Fuente: (Gestión, 2019)

Una ola verde u onda verde es un fenómeno inducido intencionalmente, en el cual una serie de semáforos se coordinan para permitir el flujo continuo del tráfico sobre varias intersecciones en una misma dirección.

Cualquier vehículo que se mueva a lo largo de la ola verde, aproximadamente a una velocidad establecida por los controladores de tráfico, verá una cascada progresiva de luces verdes, y no tendrá que detenerse en las intersecciones.

Esto permite mayores volúmenes de tráfico y reduce el ruido y consumo de energía debido a que se requiere menor uso de los frenos y del acelerador.

Figura N° 22. Sistema de Control de tránsito



Fuente: (Montoya, 2005)



2.2.9. Tránsito futuro

En la ecuación a continuación se muestra el tráfico proyectado o futuro (TP) que se deriva a partir del tránsito actual (TA) además del incremento del tránsito (IT) esperado al final del periodo de diseño de la vía.

Ecuación N° 13. Tránsito a Futuro

$$TP = TA + IT$$

Se define al crecimiento normal del tránsito como el incremento del volumen de tránsito esto a causa del crecimiento en el uso de los vehículos automotores, el cual se establece y cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años. Para poder calcular y diseñar el tráfico futuro debemos utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación N°14. Volumen Vehicular Proyectado

$$VVp = VVi * (1 + t)e^n$$

Donde:

- VVp = Volumen vehicular proyectado
- VVi = Volumen vehicular inicial o actual
- T = tasa de crecimiento vehicular
- N = periodo de diseño

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

La aplicación del sistema de ola verde tiene una influencia directa en la disminución de la congestión de la avenida de la cultura.

2.3.2 Sub hipótesis

Sub Hipótesis 1: El flujo vehicular influye en mayor medida en el congestionamiento en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.



Sub Hipótesis 2: Las características geométricas influyen en baja medida en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.

Sub Hipótesis 3: Las características geométricas con una adecuada señalética reducirán su influencia en la congestión vehicular de las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.

Sub Hipótesis 4: La duración del tiempo semafórico influye en mediana medida en el congestionamiento vehicular en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, según el sistema ola verde.

Sub Hipótesis 5: El flujo vehicular con un adecuado tiempo semafórico reducirá su influencia en el congestionamiento vehicular en las intersecciones sanforizadas de la av. de la cultura según el sistema ola verde.

2.4 Definición de Variables

2.4.1 Variables independientes

X1: Aplicación del sistema Ola verde

2.4.1.1 Indicadores de variables independientes

X1. Aplicación del sistema Ola verde: Conteo de vehículos, ancho de vía, separadores centrales, señales verticales y horizontales, semáforos, tiempo cronológico

2.4.2 Variables dependientes

Y1: Congestionamiento vehicular

2.4.2.1 Indicadores de variables dependientes

Y1: Congestionamiento vehicular: Tiempo de demora, velocidad, niveles de servicio (A, B, C, D, E, F)



2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables

Tabla N° 7. Cuadro de operacionalización de variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
DENOMINACIÓN	DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTES						
X1. APLICACIÓN DEL SISTEMA OLA VERDE	D1: FLUJO VEHICULAR	Se denomina flujo vehicular al movimiento continuo que realizan los vehículos en una determinada vía.	Cuantitativo	Conteo de vehículos	Veh/hora	Cronometro
	D2: CARACTERISTICAS GEOMETRICAS	Características geométricas que posee una determinada vía como ancho de vía, peralte, etc.	Cuantitativo	Ancho de vía	Metros	Wincha
	D3: SEÑALETICA	Señalética, dispositivos auxiliares que facilitan o ayudan al conductor la percepción de reglas establecidas para la circulación vehicular, estas reglas se dan para carreteras rurales y urbanas.	Cuantitativo	Separadores centrales	Número o valor	Hojas de inventario vial
				Señales verticales y horizontales	Número o valor	Cinta métrica
D4: TIEMPO SEMAFORICO	Tiempo adecuado para realizar el transito continuo de los vehículos en una intersección.	Cuantitativo	Tiempo cronológico	Segundos	Cronometro	
DEPENDIENTES						
Y1. CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR		Presencia de tránsito vial causado por las demoras e interrupciones en las intersecciones por diversas causas o por que la oferta supera la demanda.	Cuantitativo	Tiempo de demora	Horas	Cronometro
				Velocidad	Km/hora	Cronometro
				Niveles de servicio	Numero	Guías de observación (Conteo vehicular)

Fuente: Elaboración Propia



Capítulo III: Metodología

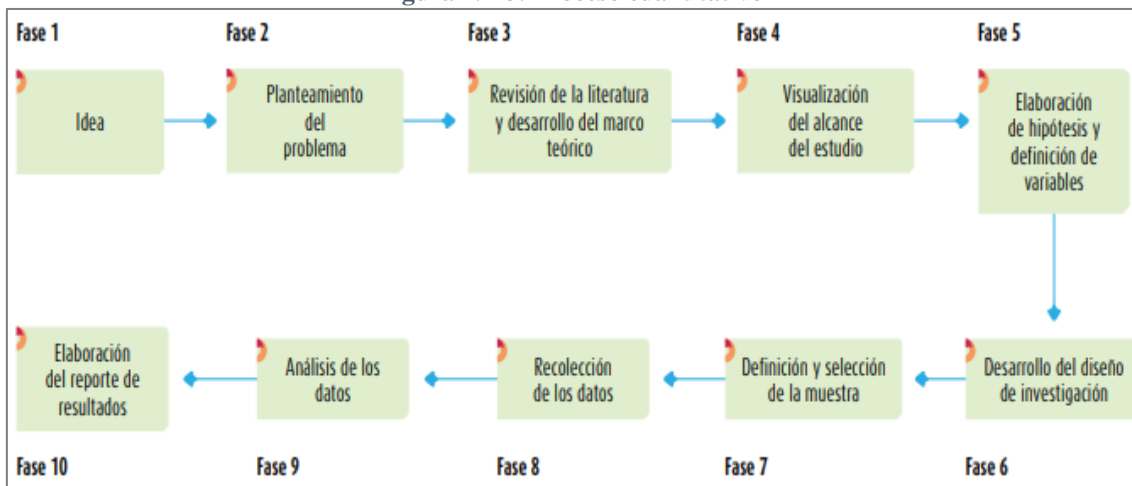
3.1 Metodología de la Investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación

Según el Libro Metodología de la Investigación de (Hernández Sampieri, 2014, pág. 5), donde indica que: El enfoque cuantitativo constituye un conjunto de procesos que son secuenciales y probatorios, que consiste en utilizar la toma de datos para comprobar una hipótesis, luego se determinan las mediciones numéricas obtenidas y el análisis estadístico y se obtienen conclusiones finales

En el presente proyecto de investigación se definirá como CUANTITATIVA, porque se cuantificarán valores y cantidades en las intersecciones semaforizadas de la av. de la cultura, así mismo se analizarán los datos obtenidos para verificar si las hipótesis planteadas son correctas o no, para luego realizar una adecuada sincronización semafórica, obtener propuestas de solución y sus respectivas conclusiones.

Figura N°23. Proceso cuantitativo



Fuente: (Hernández Sampieri, 2014)

3.1.2 Nivel o alcance de la investigación

El presente proyecto de investigación se encuentra en el NIVEL EXPLICATIVO, donde se manifestará las causas de fenómenos y hechos, explicándose el porqué de estos acontecimientos, como se manifiestan y como se interrelacionan diferentes variables.



3.1.3 Método de investigación

El presente proyecto se realizará con el método HIPOTETICO DEDUCTIVO, el cual se trata de refutar o dar veracidad a las hipótesis planteadas, para luego establecer conclusiones que deberán comprobarse con los hechos reales.

3.2 Diseño de la Investigación

3.2.1 Diseño metodológico

El diseño de investigación que se utilizó es del tipo EXPERIMENTAL.

El diseño experimental se construye el contexto y se manipula de manera intencional la variable independiente y se observa el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente. Según (Hernández Sampieri, 2014, pág. 153)

3.2.2 Diseño de ingeniería

El desarrollo de la presente investigación se dividió en 5 etapas principales:

- ✓ Paso 1: Observación de la problemática
Como primer paso se realizó una visita al lugar de investigación, donde se definió el tramo a investigar.
Es necesario realizar el contacto con el área de estudio, para así poder identificar el problema y obtener información precisa y así tener una base sólida para poder sustentar de mejor manera la hipótesis.

- ✓ Paso 2: Formulación de hipótesis de la problemática y su solución
Se analizó la problemática actual y se planteó posibles soluciones.
Se recomienda tener una buena formulación del marco de hipótesis para así poder tener alternativas cuidadosas de las hipótesis.



✓ Paso 3: Recolección de datos

La recolección de datos fue a partir de los aforos vehiculares, del inventario vial para obtener características geométricas y tiempo semafórico.

La recolección de datos debe de ser la más precisa ya que las estadísticas son muy poderosas, así como los informes oficiales y las comprobaciones.

✓ Paso 4: Análisis de los datos

Para el análisis de datos primero se estudió los datos de entrada de la situación actual, y después se analizó las proyecciones a futuro.

Para el análisis de los datos es muy importante tener en cuenta o la opinión de una mente ya adiestrada en el tema de investigación, ya que las soluciones que planteemos deberán ser también producto de la experiencia.

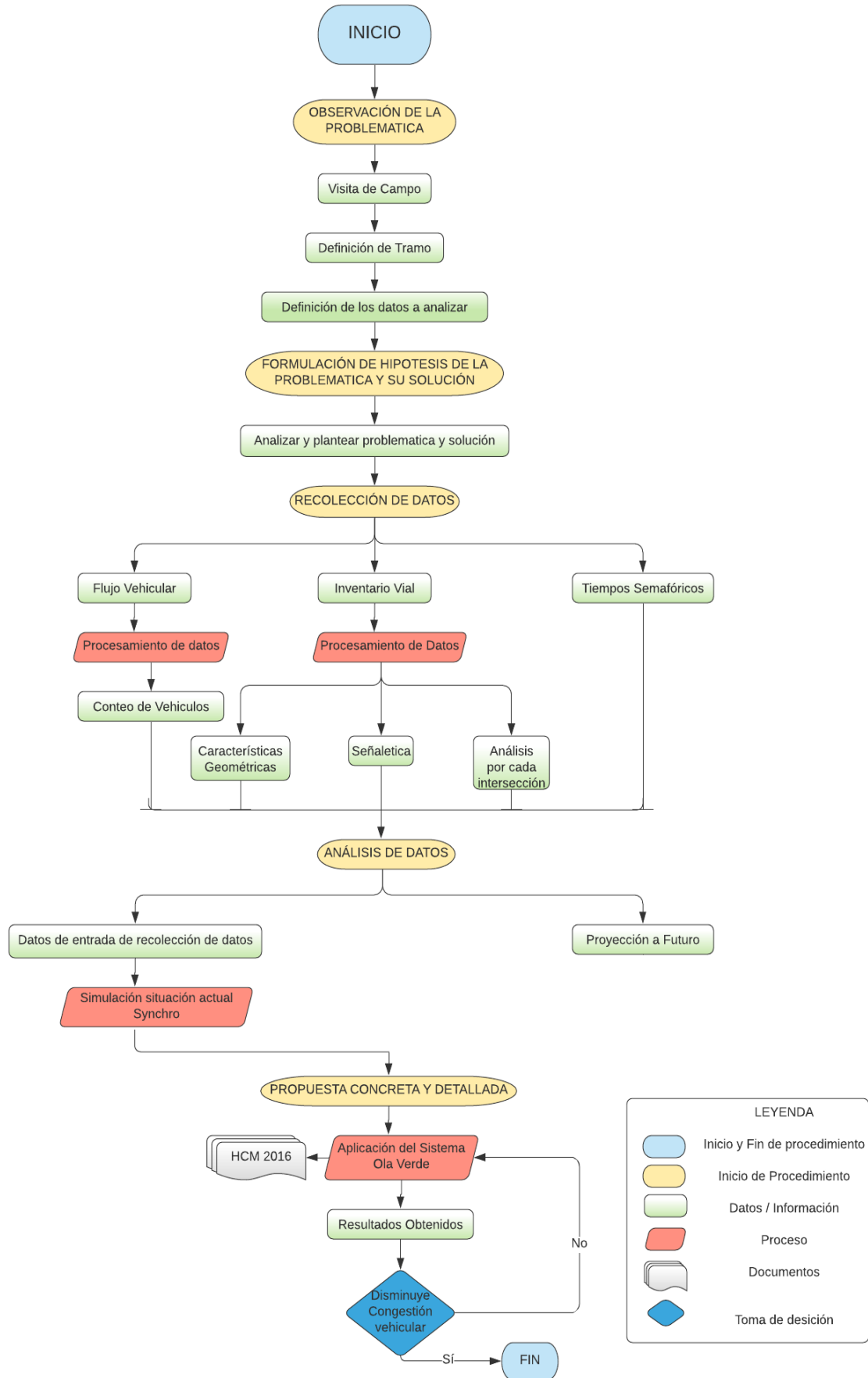
✓ Paso 5: Proposición concreta y detallada

En este paso se realiza la aplicación del sistema Ola verde en la situación actual, y luego se comprueba si este sistema funciona, si la congestión vehicular disminuye o no.

La solución debe de abarcar a los siguientes elementos (usuario, vehículo, vialidad, dispositivos de control y el medio ambiente en general)



Figura N°24. Diseño de Ingeniería adaptada



Fuente: Propia

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

3.3.1.1 Descripción de la población

Población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernández Sampieri, 2014)

Para la siguiente investigación se consideró como población al conjunto de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas de la avenida de La Cultura

3.3.1.2 Cuantificación de la población

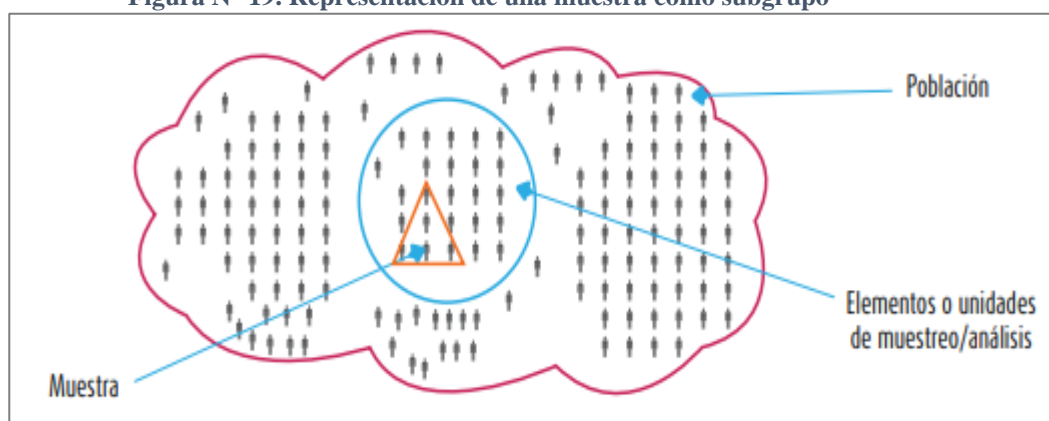
La población en la siguiente investigación está conformada por 32 intersecciones que se encuentran a lo largo de la avenida de La Cultura.

3.3.2 Muestra

3.3.2.1 Descripción de la muestra

Se define como muestra a un subgrupo de la población, es un subconjunto de elementos que son parte de un conjunto definido.

Figura N° 19. Representación de una muestra como subgrupo

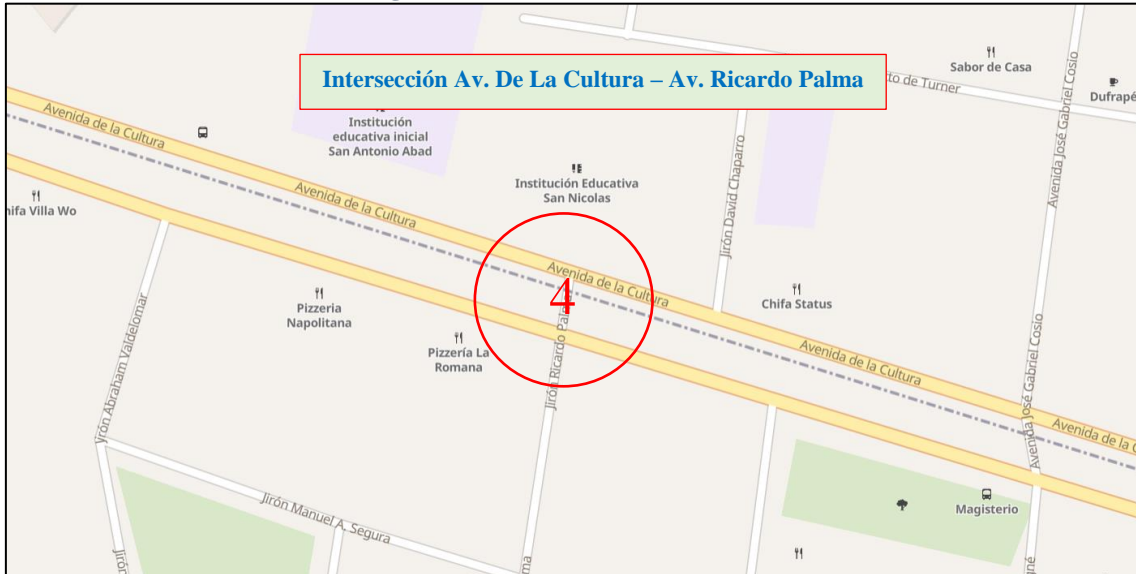


Fuente: (Hernández Sampieri, 2014)

Como se pudo observar la cantidad de unidades que conforman la población es limitada, por tanto, se tomó como muestra el total de la población, entonces la muestra asumida en la siguiente investigación son las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en la avenida de La Cultura.



Figura N°29. Intersección número 4



Fuente: Propia

Figura N°30. Intersección número 5



Fuente: Propia

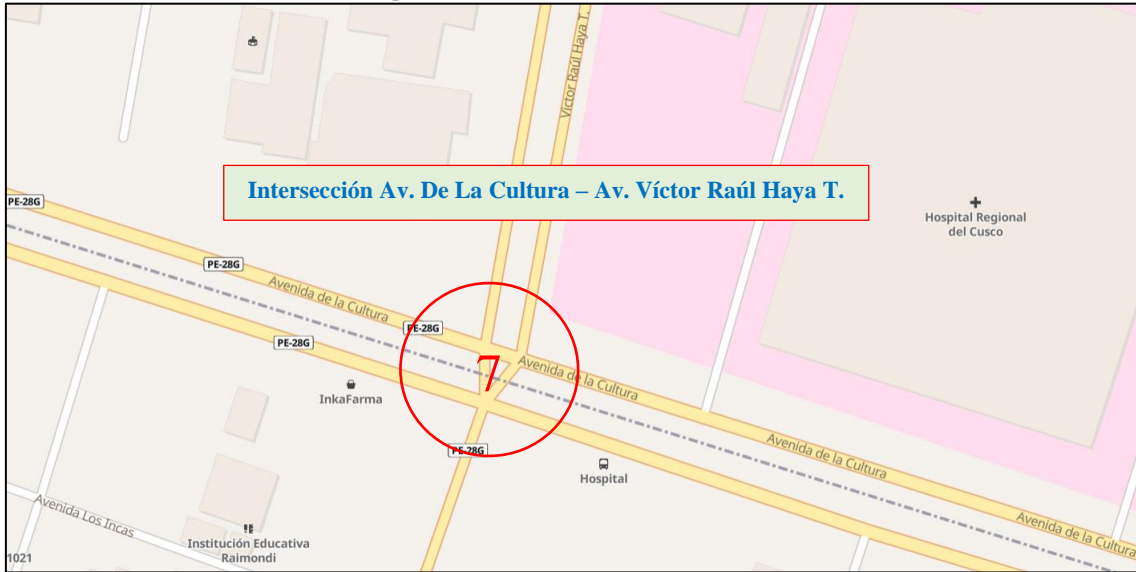
Figura N°31. Intersección número 6



Fuente: Propia



Figura N°32. Intersección número 7



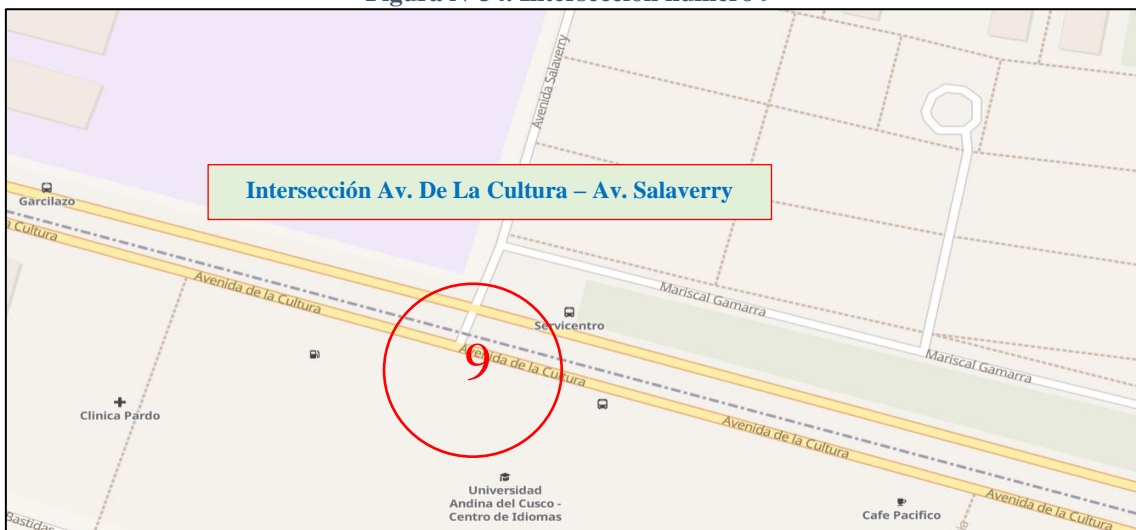
Fuente: Propia

Figura N°33. Intersección número 8



Fuente: Propia

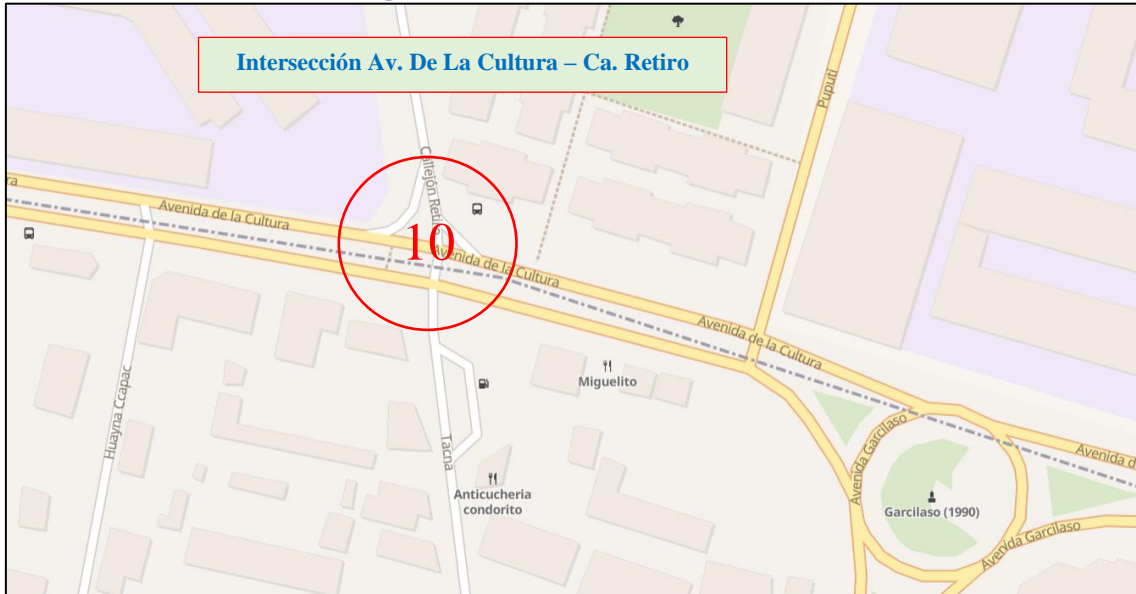
Figura N°34. Intersección número 9



Fuente: Propia



Figura N°35. Intersección número 10



Fuente: Propia

Figura N°36. Intersección número 11



Fuente: Propia

Figura N°37. Intersección A



Fuente: Propia

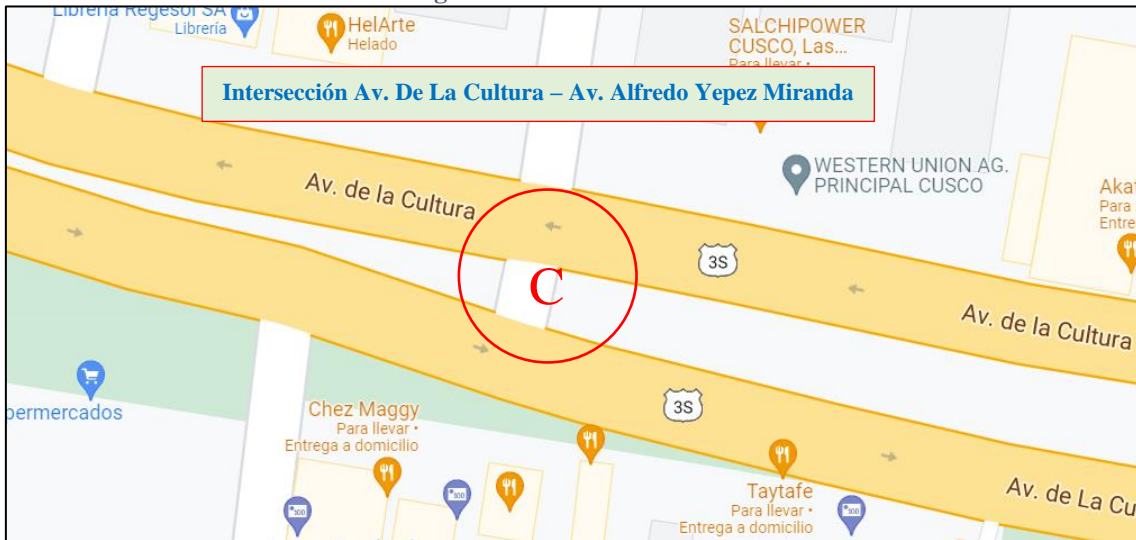


Figura N°38. Intersección B



Fuente: Propia

Figura N°39. Intersección C



Fuente: Propia

Figura N°40. Intersección D



Fuente: Propia



Figura N°41. Intersección E



Fuente: Propia

Figura N°42. Intersección F



Fuente: Propia

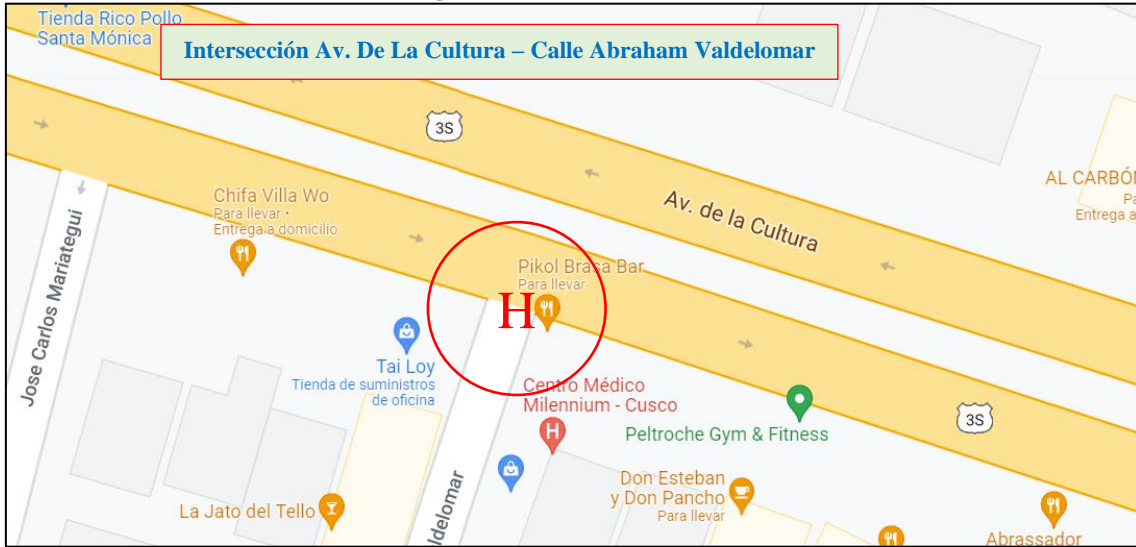
Figura N°43. Intersección G



Fuente: Propia

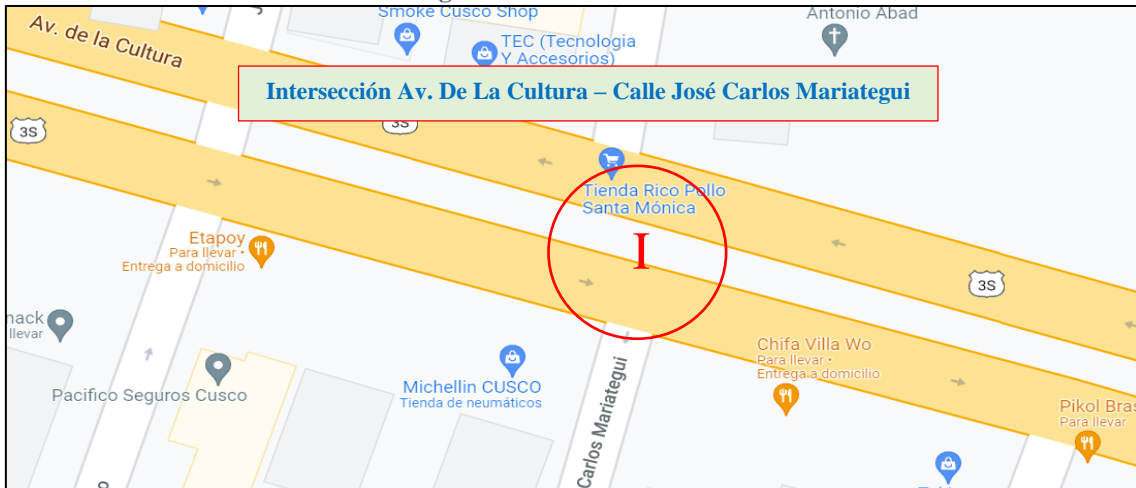


Figura N°44. Intersección H



Fuente: Propia

Figura N°45. Intersección I



Fuente: Propia

Figura N°46. Intersección J



Fuente: Propia



Figura N°47. Intersección K



Fuente: Propia

Figura N°48. Intersección L



Fuente: Propia

Figura N°49. Intersección M



Fuente: Propia



Figura N°50. Intersección N



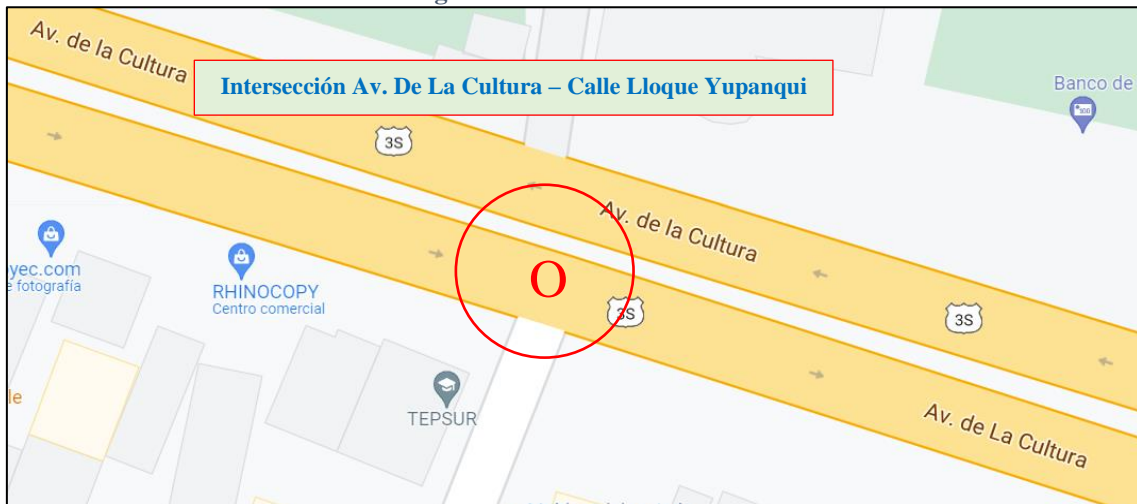
Fuente: Propia

Figura N°51. Intersección Ñ



Fuente: Propia

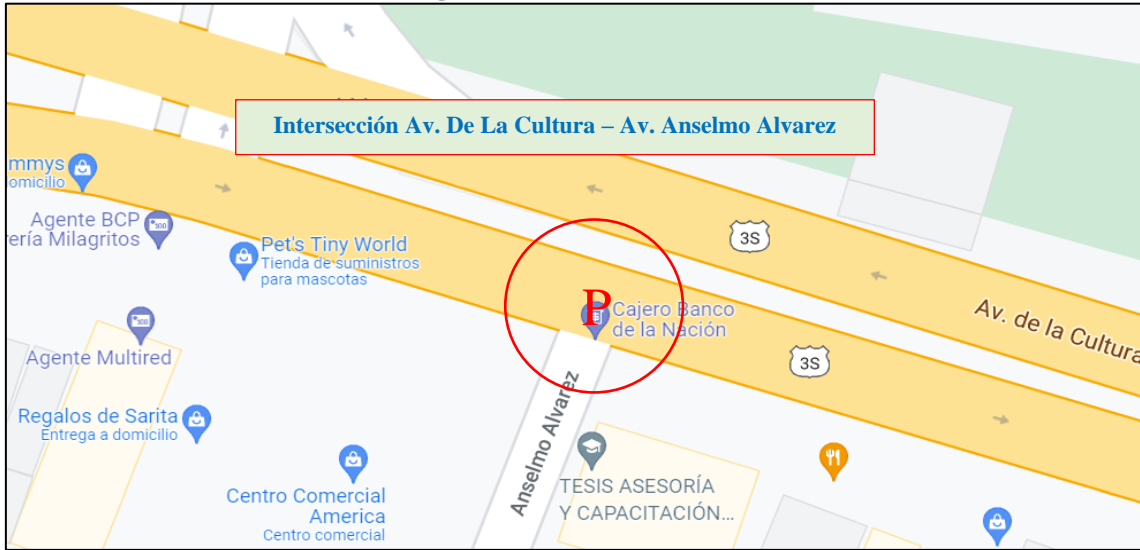
Figura N°52. Intersección O



Fuente: Propia

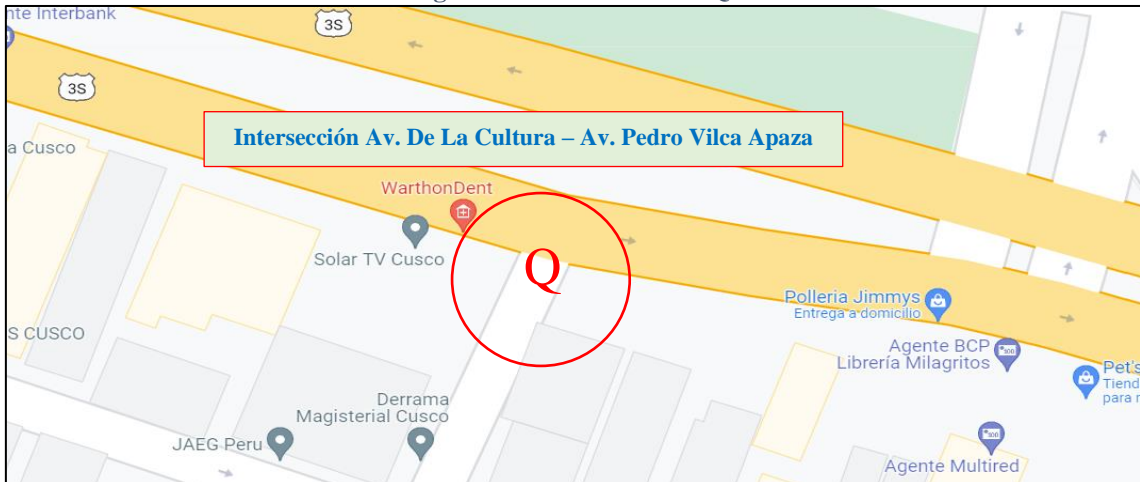


Figura N°53. Intersección P



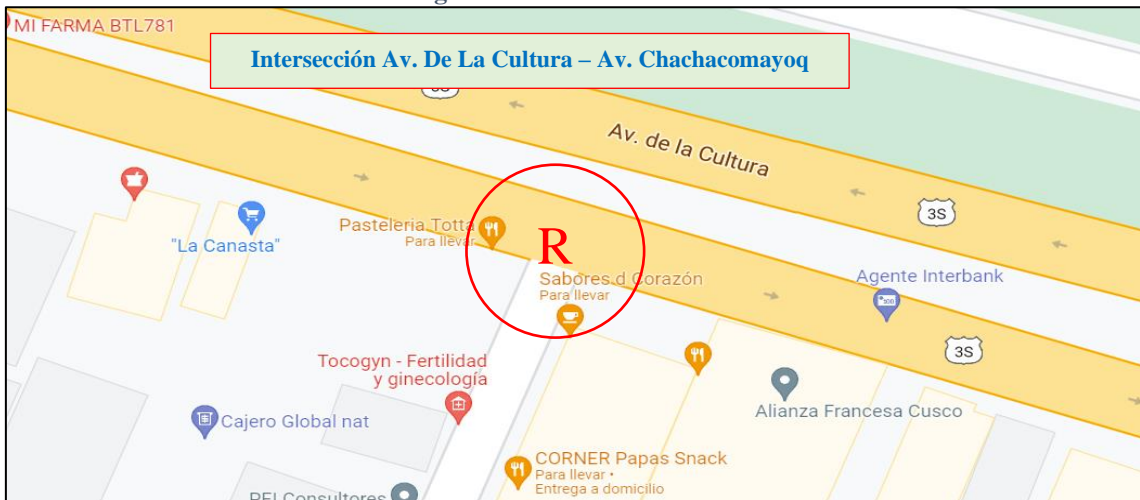
Fuente: Propia

Figura N°54. Intersección Q



Fuente: Propia

Figura N°55. Intersección R



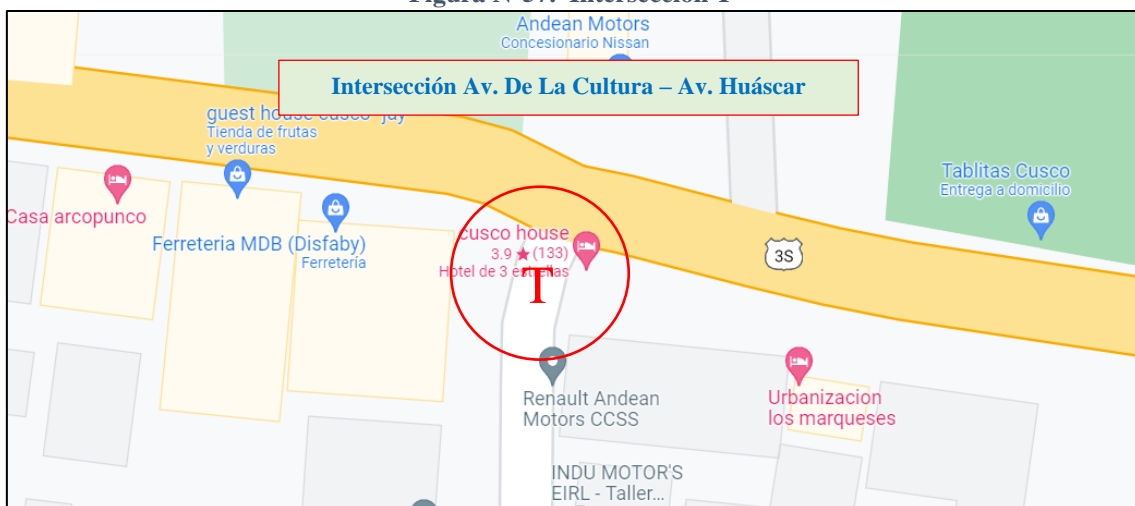
Fuente: Propia

Figura N°56. Intersección S



Fuente: Propia

Figura N°57. Intersección T



Fuente: Propia

3.3.2.3 Método de muestreo

El método de muestreo seguido es el NO PROBABILISTICO, (Hernández Sampieri, 2014) Define a este método de muestreo como el subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación, así como el criterio del propio investigador. El procedimiento no es mecánico, sino que depende de la toma de decisiones del investigador.



3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra

Las muestras se estiman y se definen de acuerdo al manual HCM (Highway Capacity Manual 6ta Edición)

3.3.3 Criterios de inclusión

Para la evaluación de las muestras se utilizó los siguientes criterios.

- Las intersecciones deben ser exclusivamente semaforizadas, no necesariamente con semáforos en todos los sentidos, pero si debe contar con al menos uno.
- Las intersecciones deben estar ubicadas en la Av. La Cultura.

3.4 Instrumentos

3.4.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

- Formatos utilizados para el aforo vehicular:

Tabla N° 8. Formato de Clasificación Vehicular


FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																
TESIS		INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE OLA VERDE EN LA CONGESTION VEHICULAR DE LA AVENIDA DE LA CULTURA, CUSCO 2021														
Estación de Aforo												Sentido Vehicular				
Ubicación:												Fecha:				
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2
DIAGRA. VEH.																
00-01																
01-02																
02-03																
03-04																
04-05																
05-06																
06-07																
PARCIAL:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)











Figura N°58. Formato para aforos vehiculares manuales






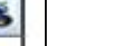


DINTE RSECCION:
AV. DE LA CULTURA - SANTA URSULA
(CARRILES DE BAJADA AV. DE LA CULTURA)



1

AVENIDA: DIA:	MICROLEO			FECIAL		CREDITO:		VANCIAD
	Transporte ligero			Transporte Urbano		Transporte de carga		
HORAS DE CONTROL	AUTOPART. 	C. RURAL 	COMERS 	MICROBUS 	BUS 	CAMION 2E-ES 	CAMION 3E-ES 	MOTOCICLETAS 
6:30-6:45								
6:45-7:00								
7:00-7:15								
7:15-7:30								

2

AVENIDA: DIA:	MICROLEO			FECIAL		CREDITO:		VANCIAD
	Transporte ligero			Transporte Urbano		Transporte de carga		
HORAS DE CONTROL	AUTOPART. 	C. RURAL 	COMERS 	MICROBUS 	BUS 	CAMION 2E-ES 	CAMION 3E-ES 	MOTOCICLETAS 
6:30-6:45								
6:45-7:00								
7:00-7:15								
7:15-7:30								

Fuente: Elaboración Propia



- Formatos utilizados para el inventario Vial

Tabla N° 9. Formato inventario vial topografía



Topografía						
						SUBIDA
Tipo de terreno		Plano: P	Ondulado: O	Accidentado: A		Escarpado: E
Progresiva		Tipo de Terreno	Ancho Superf. Rodadura	Pendiente %		Foto*
Del Km	Al Km			Máx.	Mín.	Nº

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10. Formato inventario vial señalización



INVENTARIO VIAL

Plazoletas de Cruce y Señalización

Señalización :	Preventiva: P	Reglamentaria : R	BAJADA		
	Informativa: I	Postes Km: KM			
Progresiva	Plazoleta Cruce		Señalización	Observaciones / Comentarios / Detalles	Foto * Nº
	Dimensiones	Lado			

Fuente: Elaboración Propia



3.4.2 Instrumentos de ingeniería

Los instrumentos o herramientas que se utilizaron para realizar todos los estudios necesarios y recolección de datos son los que se detallan a continuación:

Herramientas o equipos:

- ✓ GPS estándar
- ✓ Wincha
- ✓ Cámara filmadora

Software

- ✓ Google Earth pro
- ✓ Microsoft Excel
- ✓ Google Maps

3.5 Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1 Volúmenes de tránsito

3.5.1.1 Aforos para Obtener hora punta

- Herramientas y formatos utilizados

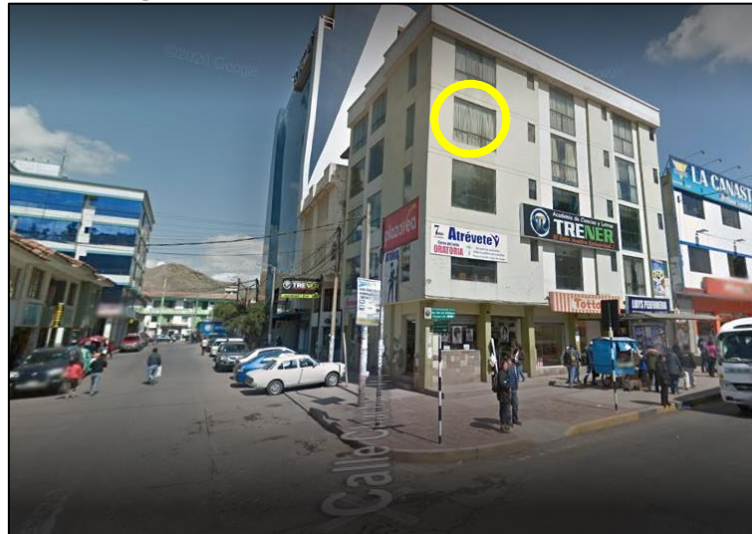
Se realizaron los conteos vehiculares según la tabla Nro. 30, esta tabla fue obtenida de los formatos que brinda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se siguió las recomendaciones del HCM 2016 aforándose en un intervalo de cada 15 min para luego procesar la información del video.

- Procedimiento

Para poder obtener los datos se instaló una cámara en el tercer nivel de una edificación en la av. De La Cultura a la altura del paradero Amauta, ubicado entre la avenida la Cultura y Calle Chachacomayoq. Se instaló la cámara con la finalidad de obtener el flujo vehicular ya que no se podía realizar el conteo en ese mismo instante.



Figura N°59. Ubicación de la cámara filmadora



Fuente: Elaboración Propia

Figura N°60. Cámara Filmadora instalada



Fuente: Elaboración Propia



3.5.1.1.1 Aforos obtenidos del día miércoles

Tabla N° 11. Aforos del carril de subida

"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA OLA VERDE EN LA CONGESTIÓN VEHICULAR DE LA AVENIDA DE LA CULTURA, CUSCO 2021"										
AVENIDA: AV. DE LA CULTURA								DEPARTAMENTO CUSCO		
FECHA: 14 DE ABRIL								PROVINCIA CUSCO		
DIA : MIERCOLES								DISTRITO WANCHAQ		
HORAS DE CONTROL	Transporte ligero		Transporte Urbano			Transporte de carga		MOTOS/BICICLETAS	SUMATORIA	SUMA HORARIA
	AUTO PART.	C. RURAL	COMBIS	MICROBUS	BUS	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES			
6:00-6:15	71	3	4	20		1		2	101	
6:15-6:30	101	1	7	40		3		3	155	
6:30-6:45	99	2	3	36		2		7	149	
6:45-7:00	165	8	2	48	2	2		3	230	635
7:00-7:15	170	8	3	51		2		7	241	
7:15-7:30	165	9	2	54	2	5		8	245	
7:30-7:45	177	6	6	50		2	1	11	253	
7:45-8:00	224	12	6	41		1		17	301	1040
8:00-8:15	257	9	4	51	1	2		11	335	
8:15-8:30	232	10	3	47	1	2		16	311	
8:30-8:45	267	3	5	47	1	2		16	341	
8:45-9:00	293	2	3	49		2		10	359	1346
9:00-9:15	241	10	4	52		4		10	321	
9:15-9:30	242	4	3	44		1		7	301	
9:30-9:45	260	2	2	49		1		11	325	
9:45-10:00	275	9	6	44		2		20	356	1303
10:00-10:15	217	7	6	47	2	2		12	293	
10:15-10:30	152	1	4	32	1	3		8	201	
10:30-10:45	167	5	5	38	6	1		7	229	
10:45-11:00	274	6	2	50		4		10	346	1069
11:00-11:15	271	4	1	50		2		9	337	
11:15-11:30	257	6	2	50		1		14	330	
11:30-11:45	283	5	3	66		8		20	385	
11:45-12:00	253	10	4	49		3		10	329	1381
12:00-12:15	249	6	1	46		5		7	314	
12:15-12:30	240	2	4	46				8	300	
12:30-12:45	264	8	6	53		6		6	343	
12:45-13:00	210	10		48		3		6	277	1234
13:00-13:15	268	3		39		3		13	326	
13:15-13:30	239	5	2	40	1	2		21	310	
13:30-13:45	263	5	2	48		2		9	329	
13:45-14:00	291	1	3	46	1	1		6	349	1314
14:00-14:15	243	5	3	48	1	3	1	5	309	
14:15-14:30	229	2		48	1	5	1	11	297	
14:30-14:45	240	3	8	50	1	1		16	319	
14:45-15:00	266	2	1	49		2		9	329	1254
15:00-15:15	255	3	2	47		5		15	327	
15:15-15:30	273	1	2	51		2		8	337	
15:30-15:45	282	6	9	46		4		7	354	
15:45-16:00	279	4	2	44		3		12	344	1362
16:00-16:15	261	8	1	54		5		13	342	
16:15-16:30	269	8	2	44		8		14	345	
16:30-16:45	300	1	1	54		5		5	366	
16:45-17:00	295	3	5	48		1		9	361	1414
17:00-17:15	310	3	2	51		9		8	383	
17:15-17:30	268	9	4	45		1		8	335	
17:30-17:45	320	4	1	55		3		6	389	
17:45-18:00	276	5	2	41		7		6	337	1444
18:00-18:15	279	2	3	43		5		10	342	
18:15-18:30	281	5	2	39	2	3		12	344	
18:30-18:45	274	8	1	40				19	342	
18:45-19:00	278	14	3	43				7	345	1373
19:00-19:15	295	22	4	52		6		18	397	
19:15-19:30	257	16	2	37		1		20	333	
19:30-19:45	250	18	3	30		1		19	321	
19:45-20:00	274	23	1	20		5		12	335	1385
20:00-20:15	223	24	2	25		2		11	287	
20:15-20:30	251	10	1	17				9	288	
20:30-20:45	225	6	2	10		1		10	254	
20:45-21:00	128	3	4	4		1		14	154	983
21:00-21:15	67	1	1					8	77	
21:15-21:30	23	3	2			1		1	30	
21:30-21:45	6					1			7	
21:45-22:00									0	114
DIA	14614	404	184	2606	23	171	3	647		
H.P.A.M	5113	142	90	1105	16	58	1	249		
H.P.P.M	9501	262	94	1501	7	113	2	398		

Fuente: Elaboración Propia



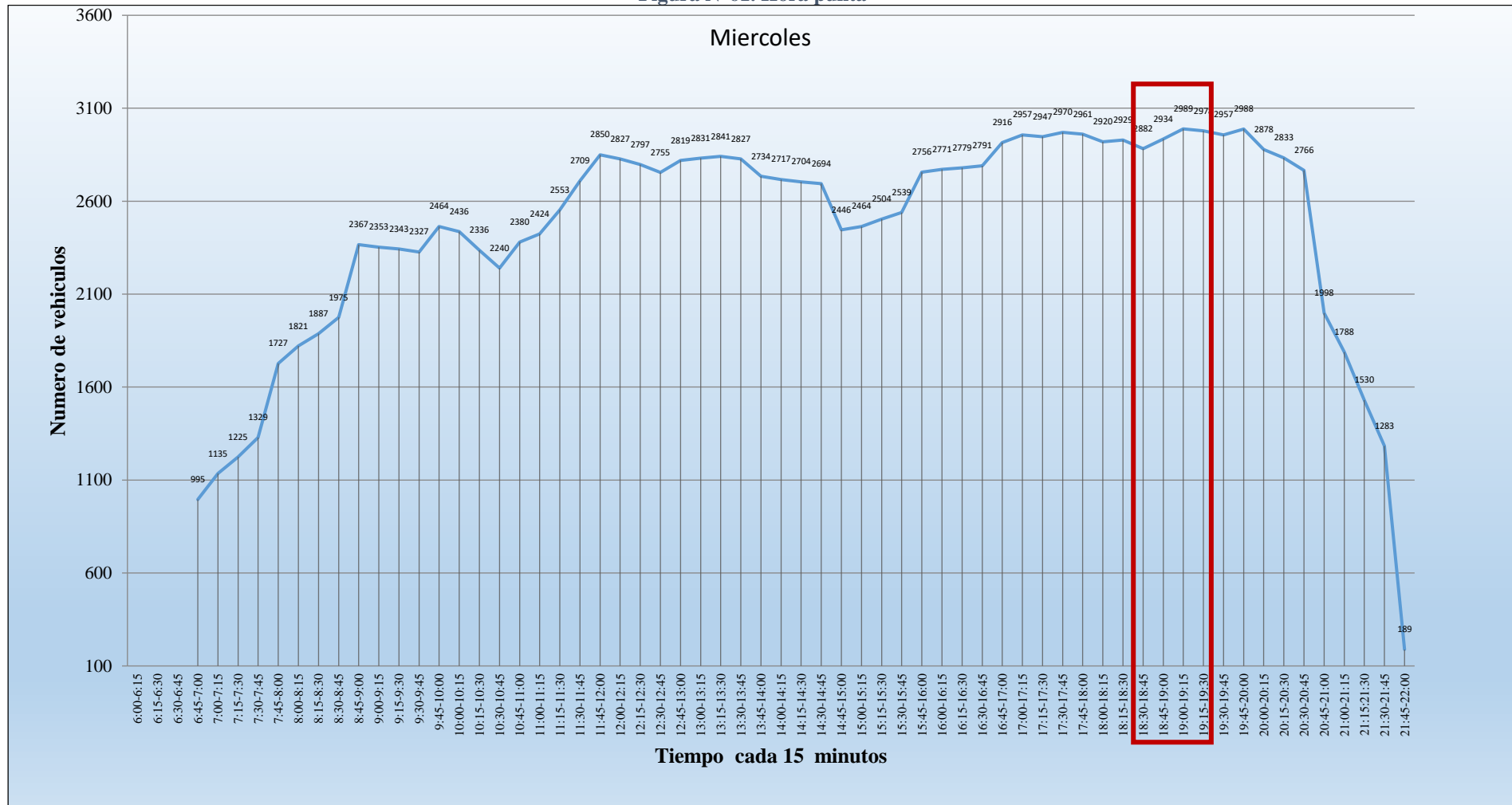
Tabla N° 12. Aforos del carril de bajada

"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA OLA VERDE EN LA CONGESTIÓN VEHICULAR DE LA AVENIDA DE LA CULTURA, CUSCO 2021"										
AVENIDA:	AV. DE LA CULTURA							DEPARTAMENTO	CUSCO	
FECHA:	14 DE ABRIL							PROVINCIA	CUSCO	
DIA :	MIÉRCOLES							DISTRITO	WANCHAQ	
HORAS DE CONTROL	Transporte ligero		Transporte Urbano			Transporte de carga		MOTOS/BICICLETAS	SUMATORIA	SUMA HORARIA
	AUTO PART.	C. RURAL	COMBIS	MICROBUS	BUS	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES			
6:00-6:15	43	4	2	11				1	61	
6:15-6:30	51	1	2	18		1		1	74	
6:30-6:45	64	2	3	31		1		3	104	
6:45-7:00	80	5	5	26		3		2	121	360
7:00-7:15	125	6	1	30					162	
7:15-7:30	100	9	2	30		3		6	150	
7:30-7:45	103	4	2	29		7		4	149	
7:45-8:00	147	24	2	43		3		7	226	687
8:00-8:15	194	25	1	39	1	3		9	272	
8:15-8:30	168	18	10	25	1	3		8	233	
8:30-8:45	185	7	1	35		4		31	263	
8:45-9:00	183	22	4	33		5		6	253	1021
9:00-9:15	200	22	2	39		4			267	
9:15-9:30	185	37	8	33		3		10	276	
9:30-9:45	240	30	7	53		6		7	343	
9:45-10:00	185	24	9	40		6		11	275	1161
10:00-10:15	238	25	11	38		4		8	324	
10:15-10:30	255	27	5	36		3		8	334	
10:30-10:45	210	28	6	33		2		8	287	
10:45-11:00	303	7	6	34		5		11	366	1311
11:00-11:15	247	20	7	32		2		14	322	
11:15-11:30	283	21	14	37		6		19	380	
11:30-11:45	264	29	22	30		4		13	362	
11:45-12:00	330	21	10	32		3		9	405	1469
12:00-12:15	340	11	7	36		5		14	413	
12:15-12:30	313	24	7	38		6		15	403	
12:30-12:45	286	24	11	29		5		12	367	
12:45-13:00	290	31	29	41		4		7	402	1585
13:00-13:15	237	29	25	38		2		15	346	
13:15-13:30	289	34	17	43	1	5		19	408	
13:30-13:45	205	80	14	38		2		15	354	
13:45-14:00	194	47	21	36		2		12	312	1420
14:00-14:15	228	35	31	36		8		11	349	
14:15-14:30	155	45	40	28		5		6	279	
14:30-14:45	135	48	37	36		3		10	269	
14:45-15:00	226	32		29	1	2		5	295	1192
15:00-15:15	220	72	13	30		3		16	354	
15:15-15:30	262	17	1	27				15	322	
15:30-15:45	249	43	19	43		3		12	369	
15:45-16:00	267	35	1	35		4		7	349	1394
16:00-16:15	226	48	18	35		1		15	343	
16:15-16:30	300	56	32	32	2	4		10	436	
16:30-16:45	247	40	40	31		2		14	374	
16:45-17:00	245	41	25	33		1		4	349	1502
17:00-17:15	211	41	40	26	1	4		3	326	
17:15-17:30	253	56	31	42		1		5	388	
17:30-17:45	273	55	45	43		5		11	432	
17:45-18:00	240	49	40	30		3		9	371	1517
18:00-18:15	177	83	49	31		4		10	354	
18:15-18:30	256	25	25	25		1		11	343	
18:30-18:45	305	67	52	31		3		7	465	
18:45-19:00	246	49	45	39	1	6		13	399	1561
19:00-19:15	267	53	25	47		1		13	406	
19:15-19:30	265	44	30	44		2		20	405	
19:30-19:45	299	37	20	35		1		14	406	
19:45-20:00	245	40	45	47		1		7	385	1602
20:00-20:15	250	41	35	31		2		12	371	
20:15-20:30	189	40	28	28		1		13	299	
20:30-20:45	189	25	20	9		1		16	260	
20:45-21:00	38	16	10	2		3		16	85	1015
21:00-21:15	40	5		1	1			1	48	
21:15-21:30	11	2						1	14	
21:30-21:45	10								10	
21:45-22:00	3								3	75
DIA	13064	1938	1070	1992	9	187	0	612		
H.P.A.M	4383	418	142	787	2	81	0	196		
H.P.P.M	8681	1520	928	1205	7	106	0	416		

Fuente: Elaboración Propia



Figura N°61. Hora punta



Fuente: Propia

El aforo realizado indica que la hora punta en la zona de estudio (Av. De La Cultura) es entre las 18:30 y 19:30 horas del día Miércoles.

3.5.1.2 Aforos para obtener los flujos vehiculares por cada intersección

- Herramientas y formatos utilizados

Se realizaron los conteos vehiculares según la tabla Nro. 08, esta tabla fue obtenida de los formatos que brinda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Procedimiento

Se siguió las recomendaciones del HCM 2016 aforándose en un intervalo de cada 15 min (6:30 – 6:45, 6:45 – 7:00, 7:00 – 7:15, 7:15 – 7:30 pm).

Se estableció estaciones de conteo en las 11 intersecciones semaforizadas, así como también en el ovalo Garcilaso y en las intersecciones no semaforizadas, para poder realizar los balanceos, y así obtener mayor precisión en los datos obtenidos, todos los aforos fueron realizados al mismo tiempo.

Se estableció dos estaciones de conteo por intersección para una mejor visibilidad y calidad del video, se muestra el ejemplo en la intersección Santa Úrsula con Avenida la Cultura.

Figura N° 6220. Estación para aforador número uno



Fuente: Elaboración Propia

Figura N°63. Estación para aforador número dos



Fuente: Elaboración Propia

Figura N°64. Filmación en la estación número 20



Fuente: Elaboración Propia



Figura N°65. Filmación en la estación número 18

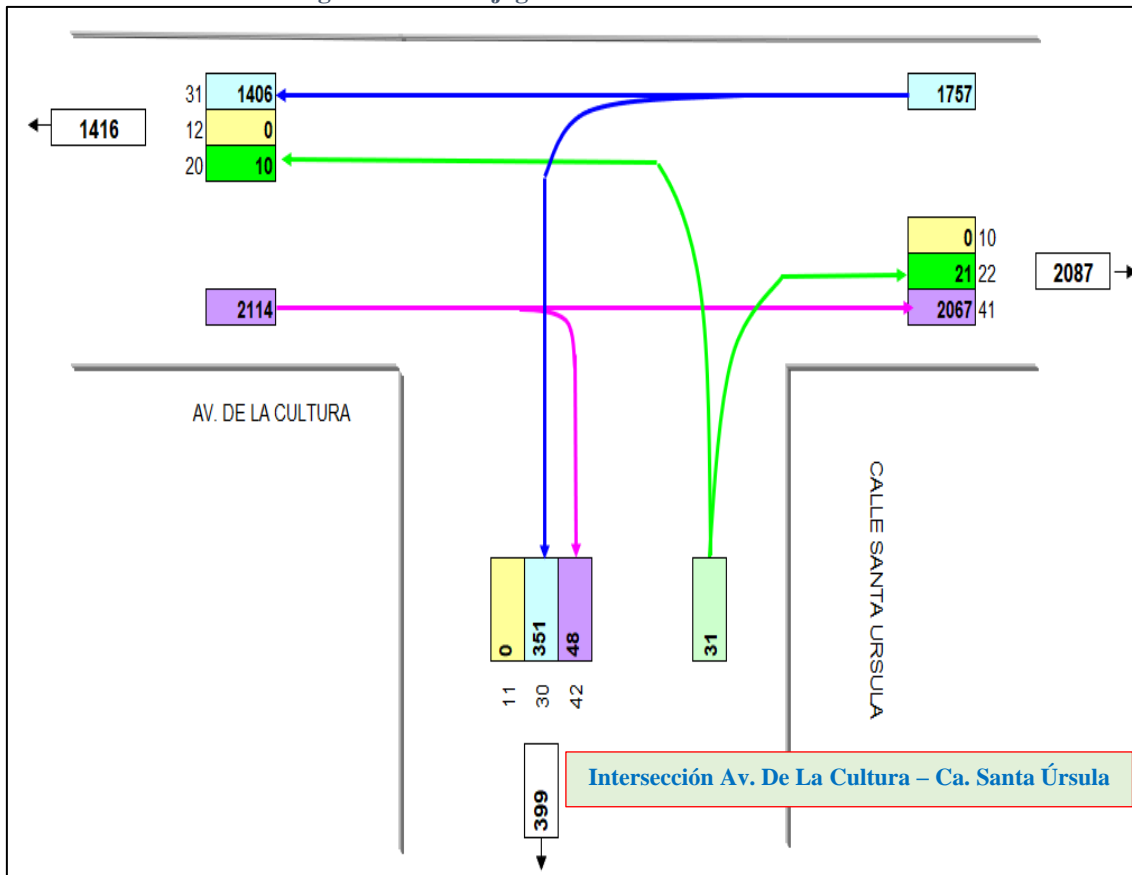


Fuente: Elaboración Propia



3.5.1.2.1 Flujogramas

Figura N° 21. Flujograma intersección número 1



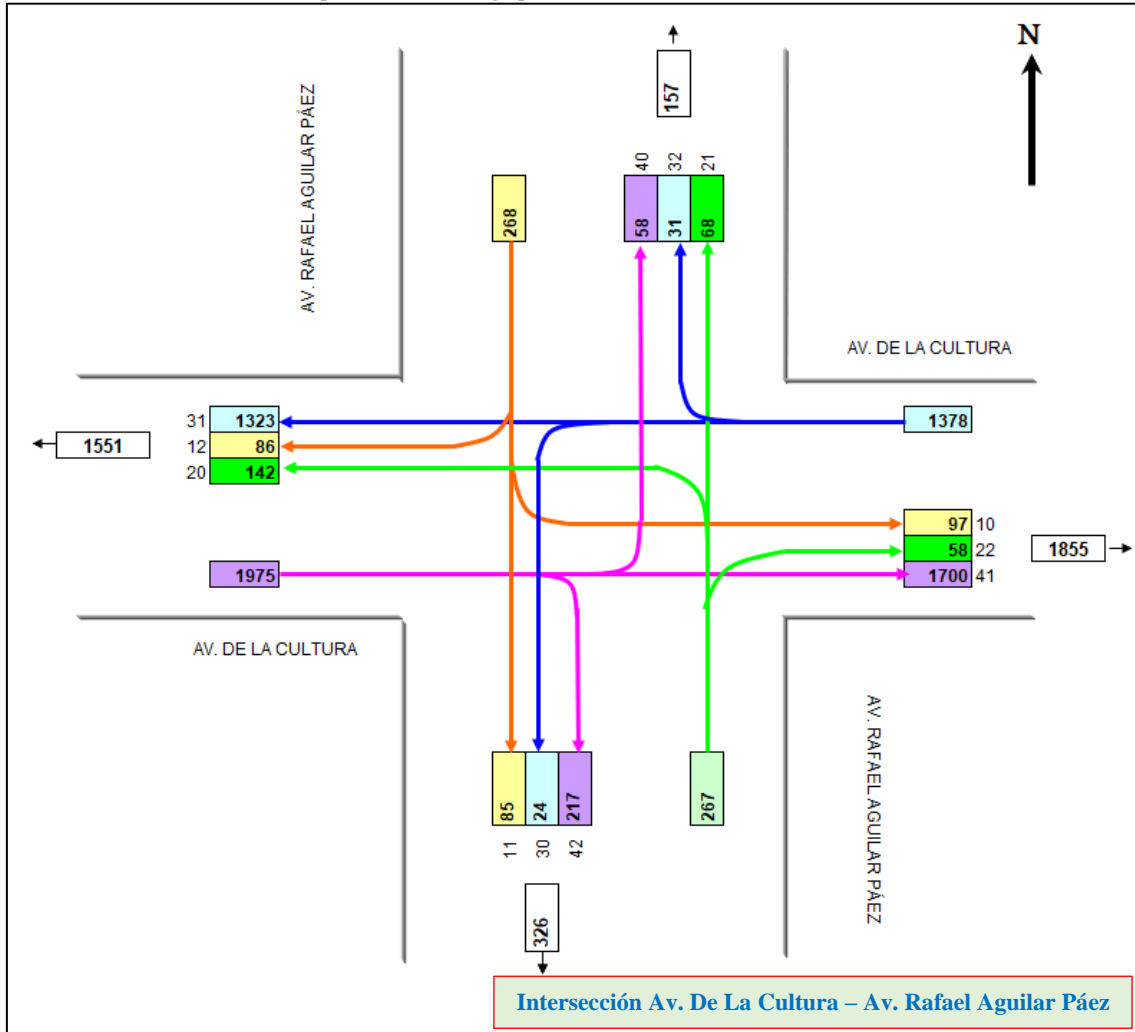
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	4	0	9	0	265	923	0	0	0	1416	35	0
C. Rural	0	0	0	0	4	0	7	0	50	172	0	0	0	248	5	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	0	0	0	176	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	1	0	7	11	0	0	0	19	2	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	2	0	2	0	19	65	0	0	0	88	4	0
TOTAL	0	0	0	0	10	0	19	0	341	1317	0	0	0	1947	46	0
UCP	0	0	0	0	10	0	21	0	351	1406	0	0	0	2067	48	0
TOTAL INTERSECCIÓN	3680															
UCP INTERSECCION	3902															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	4	0	9	0	265	923	0	0	0	1416	35	0
T.U	0	0	0	0	4	0	7	0	50	318	0	0	0	424	5	0
Camion	0	0	0	0	0	0	1	0	7	11	0	0	0	19	2	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	2	0	2	0	19	65	0	0	0	88	4	0
TOTAL	0	0	0	0	10	0	19	0	341	1317	0	0	0	1947	46	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	9%	36%	0%	0%	0%	53%	1%	0%

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 22. Flujoograma intersección número 2



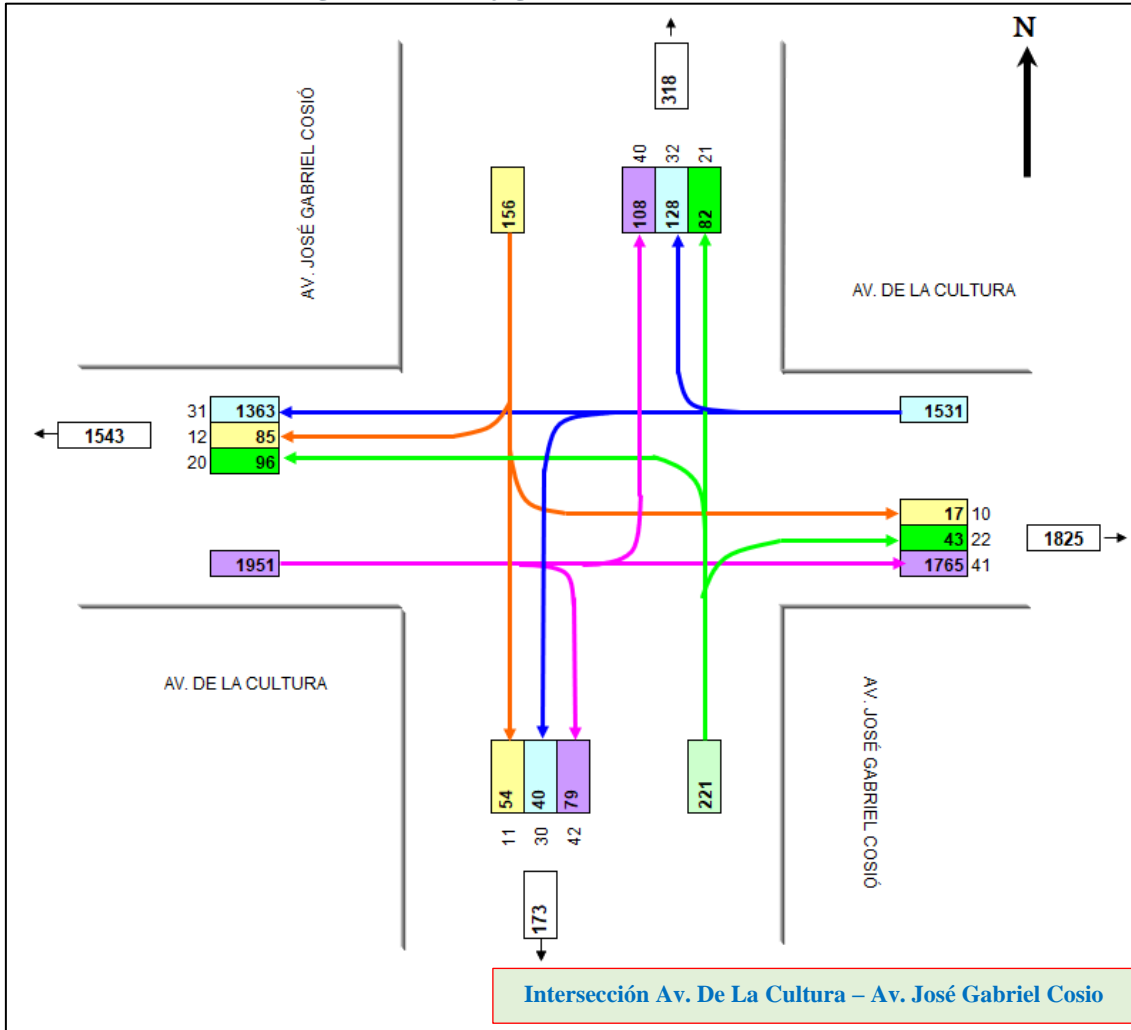
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	60	55	66	0	100	41	40	0	19	860	21	0	43	1106	151	0
C. Rural	22	22	16	0	20	18	12	0	4	162	5	0	8	226	37	0
Microbus	0	0	0	0	6	0	0	0	0	143	0	0	0	174	6	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	3	0	0	0	2	1	1	0	0	9	1	0	1	9	3	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	5	7	1	0	8	5	1	0	0	70	5	0	7	85	11	0
TOTAL	90	84	83	0	136	65	54	0	23	1244	32	0	59	1600	208	0
UCP	97	85	86	0	142	68	58	0	24	1323	31	0	58	1700	217	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3678														
UCP INTERSECCION		3888														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	60	55	66	0	100	41	40	0	19	860	21	0	43	1106	151	0
T.U	22	22	16	0	26	18	12	0	4	305	5	0	8	400	43	0
Camion	3	0	0	0	2	1	1	0	0	9	1	0	1	9	3	0
Moto y Bicicleta	5	7	1	0	8	5	1	0	0	70	5	0	7	85	11	0
TOTAL	90	84	83	0	136	65	54	0	23	1244	32	0	59	1600	208	0
%	2%	2%	2%	0%	4%	2%	1%	0%	1%	34%	1%	0%	2%	44%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 23. Flujiograma intersección número 3



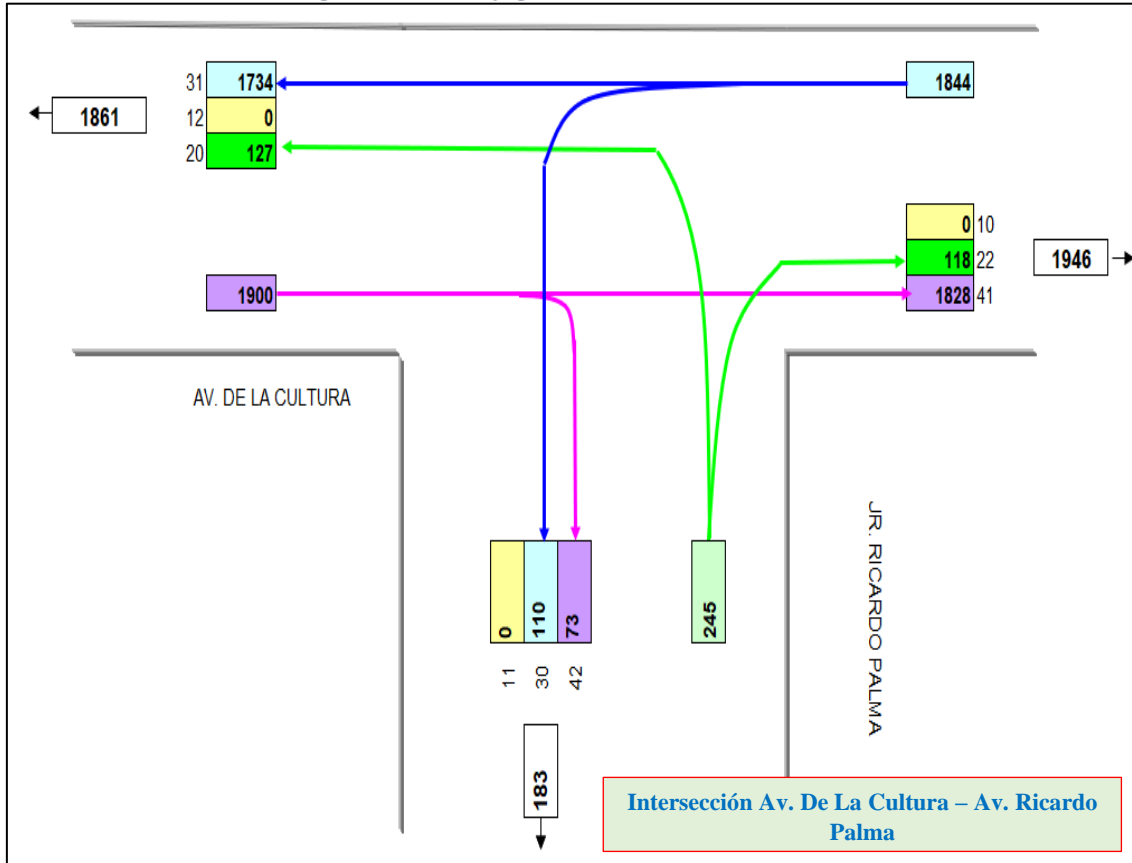
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	8	23	74	0	79	25	22	0	17	917	76	0	64	1093	40	0
C. Rural	6	17	8	0	9	39	12	0	17	149	34	0	32	310	21	0
Microbus	0	0	0	0	0	2	0	0	0	148	0	0	0	171	1	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	2	0	0	1	1	2	0	0	7	2	0	0	3	3	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	4	14	3	0	9	6	4	0	6	60	14	0	12	62	10	0
TOTAL	18	56	85	0	98	73	40	0	40	1281	126	0	108	1639	75	0
UCP	17	54	85	0	96	82	43	0	40	1363	128	0	108	1765	79	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3639														
UCP INTERSECCION		3859														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	8	23	74	0	79	25	22	0	17	917	76	0	64	1093	40	0
T.U	6	17	8	0	9	41	12	0	17	297	34	0	32	481	22	0
Camion	0	2	0	0	1	1	2	0	0	7	2	0	0	3	3	0
Moto y Bicicleta	4	14	3	0	9	6	4	0	6	60	14	0	12	62	10	0
TOTAL	18	56	85	0	98	73	40	0	40	1281	126	0	108	1639	75	0
%	0%	2%	2%	0%	3%	2%	1%	0%	1%	35%	3%	0%	3%	45%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 24. Flujograma intersección número 4



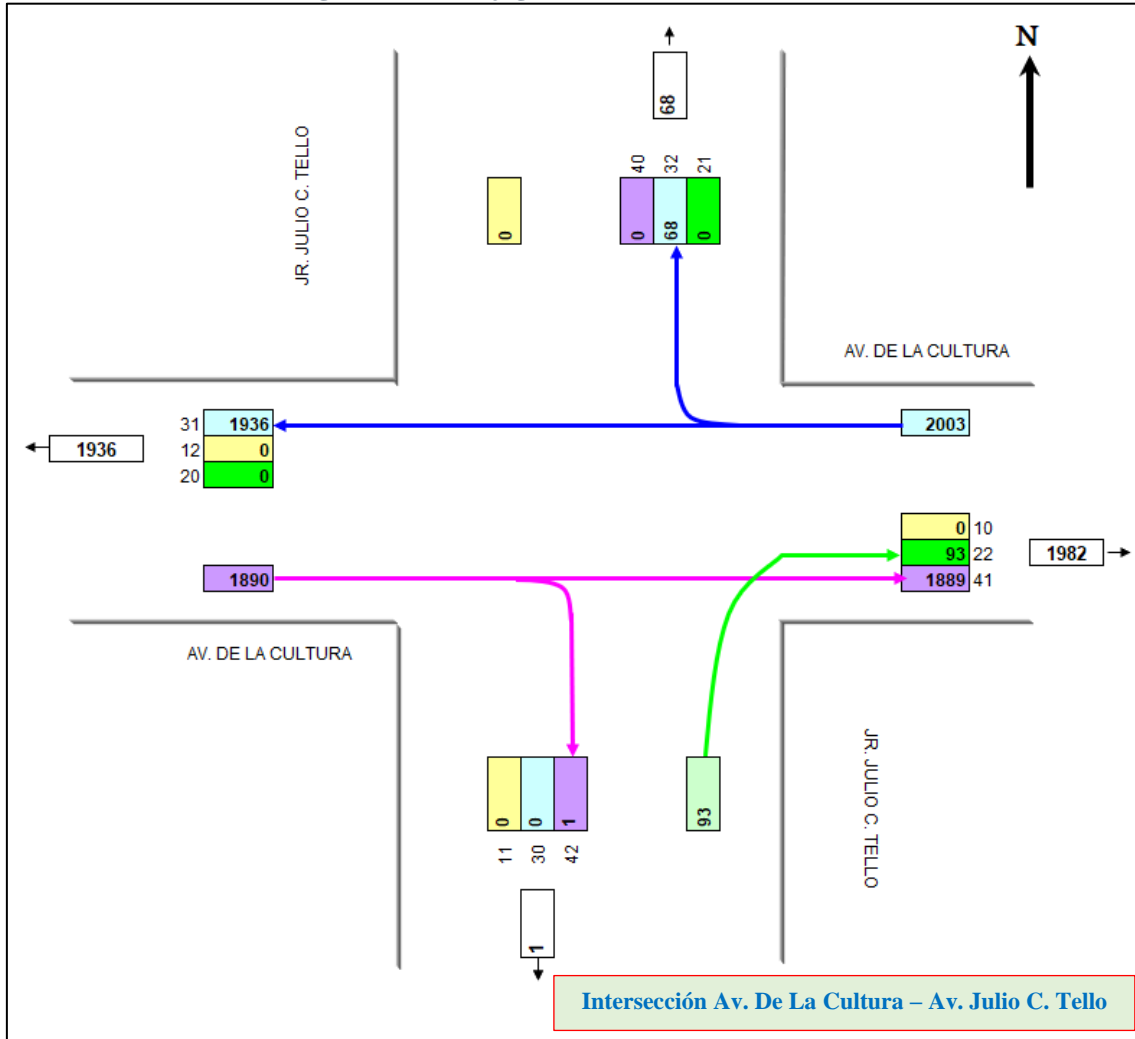
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	96	0	64	0	68	1140	0	0	0	1129	48	0
C. Rural	0	0	0	0	20	0	39	0	25	245	0	0	0	322	18	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	0	0	0	173	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	1	0	1	0	2	9	0	0	0	5	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	10	0	9	0	17	96	0	0	0	73	7	0
TOTAL	0	0	0	0	127	0	113	0	112	1646	0	0	0	1702	73	0
UCP	0	0	0	0	127	0	118	0	110	1734	0	0	0	1828	73	0
TOTAL INTERSECCIÓN	3773															
UCP INTERSECCION	3990															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	96	0	64	0	68	1140	0	0	0	1129	48	0
T.U	0	0	0	0	20	0	39	0	25	401	0	0	0	495	18	0
Camion	0	0	0	0	1	0	1	0	2	9	0	0	0	5	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	10	0	9	0	17	96	0	0	0	73	7	0
TOTAL	0	0	0	0	127	0	113	0	112	1646	0	0	0	1702	73	0
%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	3%	44%	0%	0%	0%	45%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 25. Flujograma intersección número 5



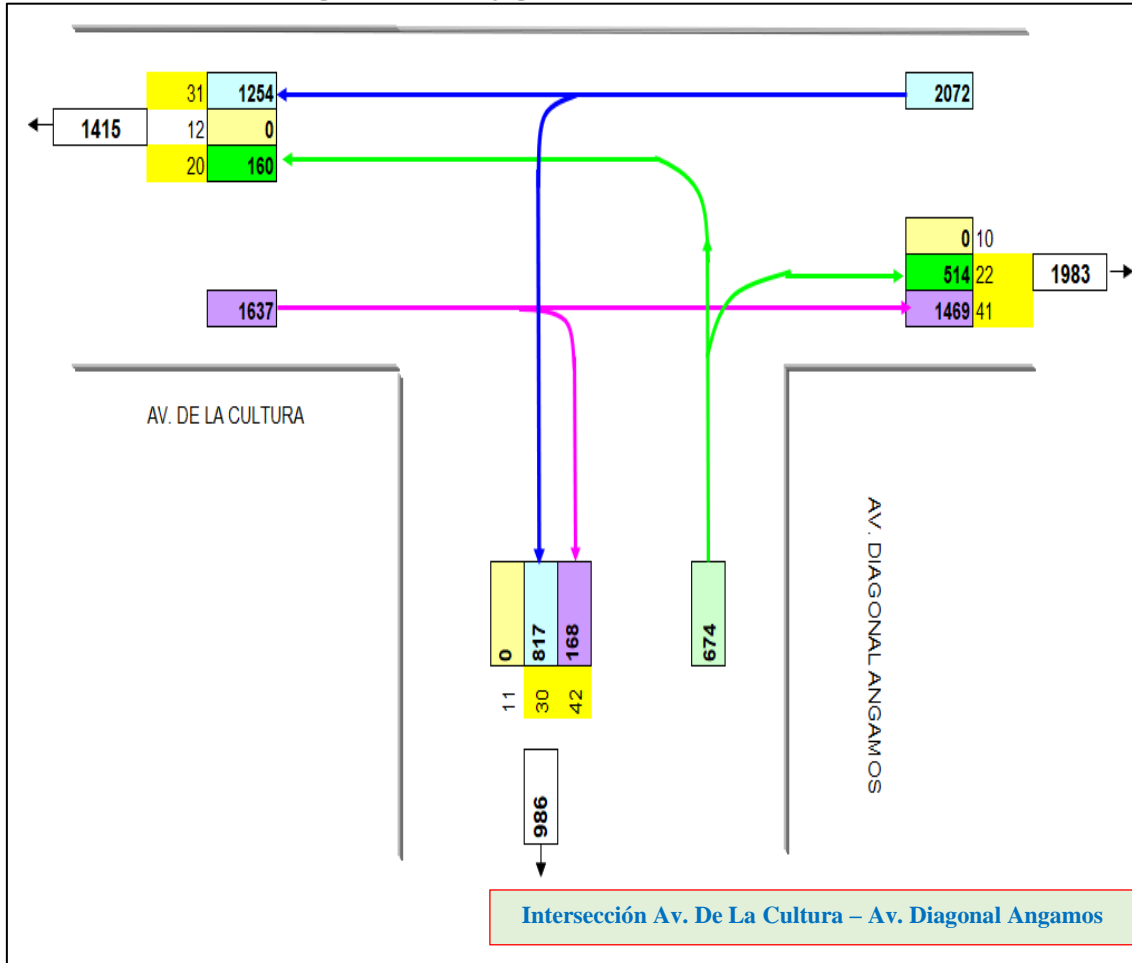
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	60	0	0	1253	39	0	0	1148	1	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	23	0	0	302	21	0	0	352	0	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	0	0	0	170	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	0	0	0	7	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	6	0	0	78	7	0	0	85	1	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	90	0	0	1810	67	0	0	1762	2	0
UCP	0	0	0	0	0	0	93	0	0	1936	68	0	0	1889	1	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3731														
UCP INTERSECCION		3986														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	60	0	0	1253	39	0	0	1148	1	0
T.U	0	0	0	0	0	0	23	0	0	465	21	0	0	522	0	0
Camion	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	0	0	0	7	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	6	0	0	78	7	0	0	85	1	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	90	0	0	1810	67	0	0	1762	2	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	49%	2%	0%	0%	47%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 26. Flujograma intersección número 6



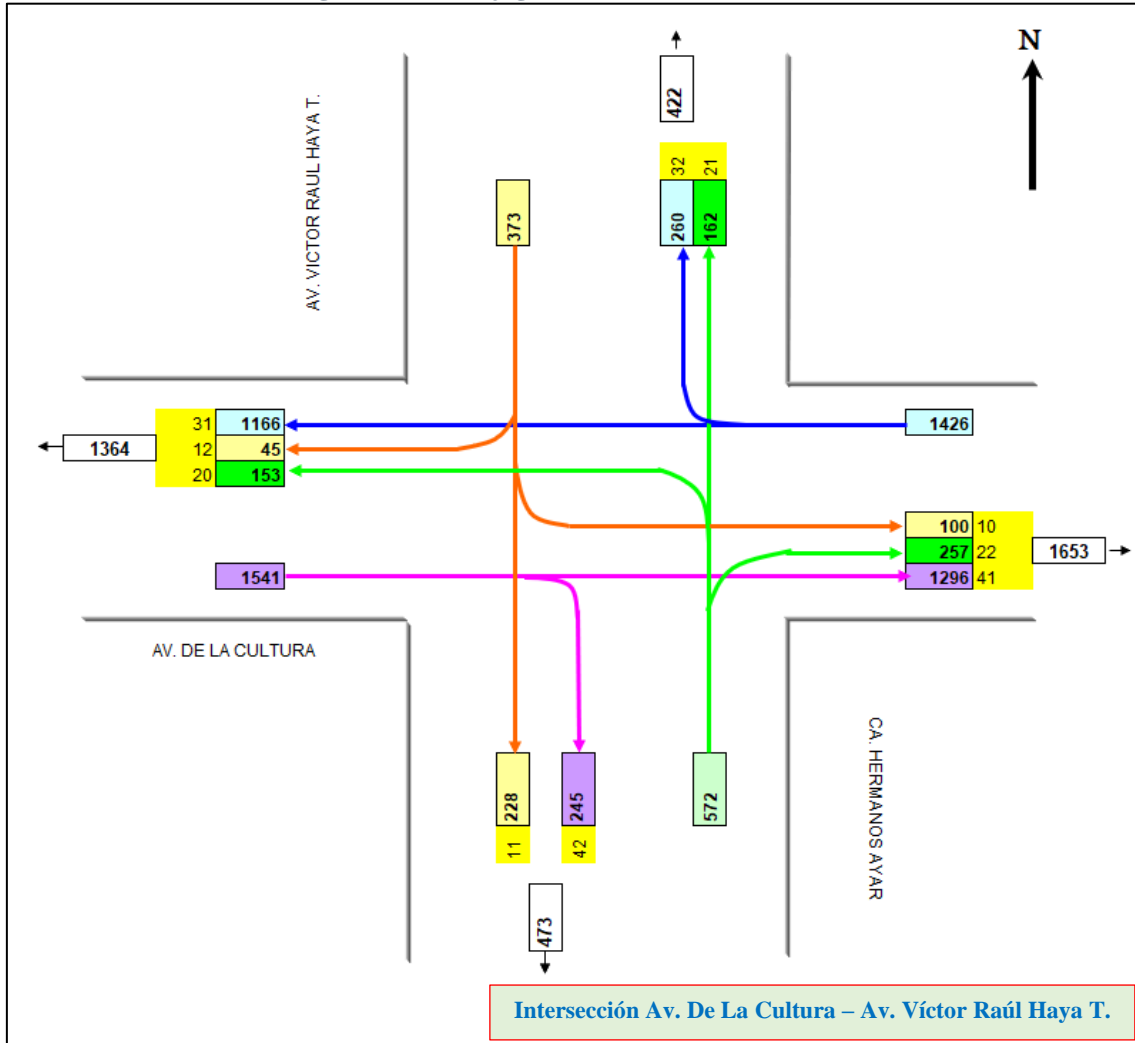
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	109	0	328	0	539	841	0	0	0	893	127	0
C. Rural	0	0	0	0	35	0	89	0	126	161	0	0	0	248	30	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	22	0	18	122	0	0	0	149	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	5	0	21	1	0	0	0	5	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	2	0	4	0	9	5	0	0	0	6	1	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	8	0	25	0	30	43	0	0	0	44	4	0
TOTAL	0	0	0	0	154	0	473	0	743	1173	0	0	0	1345	162	0
UCP	0	0	0	0	160	0	514	0	817	1254	0	0	0	1469	168	0
TOTAL INTERSECCIÓN		4050														
UCP INTERSECCION		4383														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	109	0	328	0	539	841	0	0	0	893	127	0
T.U	0	0	0	0	35	0	116	0	165	284	0	0	0	402	30	0
Camion	0	0	0	0	2	0	4	0	9	5	0	0	0	6	1	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	8	0	25	0	30	43	0	0	0	44	4	0
TOTAL	0	0	0	0	154	0	473	0	743	1173	0	0	0	1345	162	0
%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	12%	0%	18%	29%	0%	0%	0%	33%	4%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 27. Flujograma intersección número 7



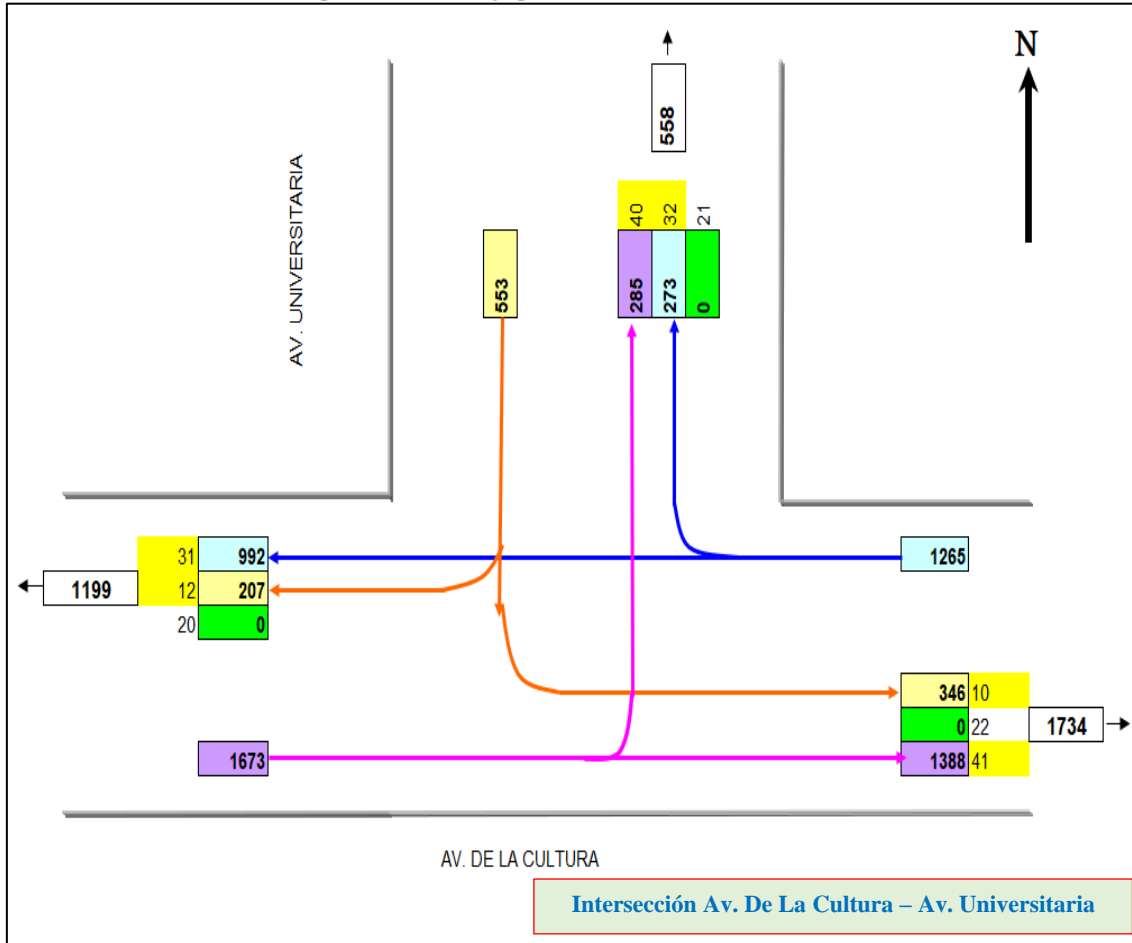
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	87	152	35	0	83	135	188	0	0	764	189	0	0	847	185	0
C. Rural	10	34	6	0	11	16	36	0	0	159	35	0	0	160	25	0
Microbus	0	17	0	0	35	0	11	0	0	116	14	0	0	150	17	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
C. Camión 1E	0	2	1	0	1	1	0	0	0	6	1	0	0	2	1	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	2	10	0	0	3	14	5	0	0	44	12	0	0	43	1	0
TOTAL	99	215	42	0	133	166	240	0	0	1089	251	0	0	1204	229	0
UCP	100	228	45	0	153	162	257	0	0	1166	260	0	0	1296	245	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3668														
UCP INTERSECCION		3912														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	87	152	35	0	83	135	188	0	0	764	189	0	0	847	185	0
T.U	10	51	6	0	46	16	47	0	0	275	49	0	0	312	42	0
Camion	0	2	1	0	1	1	0	0	0	6	1	0	0	2	1	0
Moto y Bicicleta	2	10	0	0	3	14	5	0	0	44	12	0	0	43	1	0
TOTAL	99	215	42	0	133	166	240	0	0	1089	251	0	0	1204	229	0
%	3%	6%	1%	0%	4%	5%	7%	0%	0%	30%	7%	0%	0%	33%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 28. Flujoograma intersección número 8



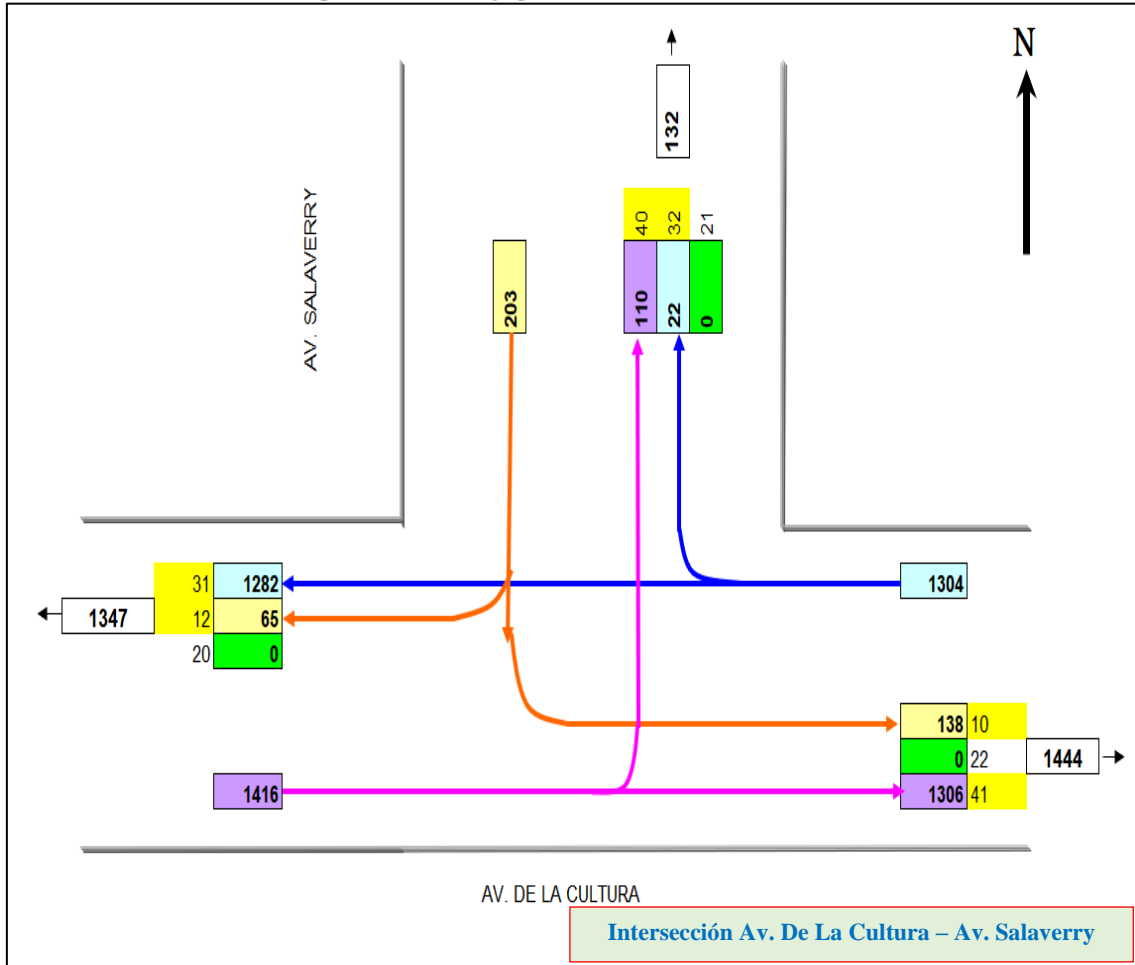
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	228	0	176	0	0	0	0	0	0	680	194	0	204	1023	0	0
C. Rural	70	0	18	0	0	0	0	0	0	86	55	0	61	134	0	0
Microbus	9	0	3	0	0	0	0	0	0	125	2	0	0	119	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0
C. Camión 1E	4	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	21	0	4	0	0	0	0	0	0	13	8	0	6	21	0	0
TOTAL	332	0	202	0	0	0	0	0	0	909	261	0	272	1302	0	0
UCP	346	0	207	0	0	0	0	0	0	992	273	0	285	1388	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3278														
UCP INTERSECCION		3491														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	228	0	176	0	0	0	0	0	0	680	194	0	204	1023	0	0
T.U	79	0	21	0	0	0	0	0	0	212	57	0	61	256	0	0
Camion	4	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	2	0	0
Moto y Bicicleta	21	0	4	0	0	0	0	0	0	13	8	0	6	21	0	0
TOTAL	332	0	202	0	0	0	0	0	0	909	261	0	272	1302	0	0
%	10%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	28%	8%	0%	8%	40%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 29. Flujiograma intersección número 9



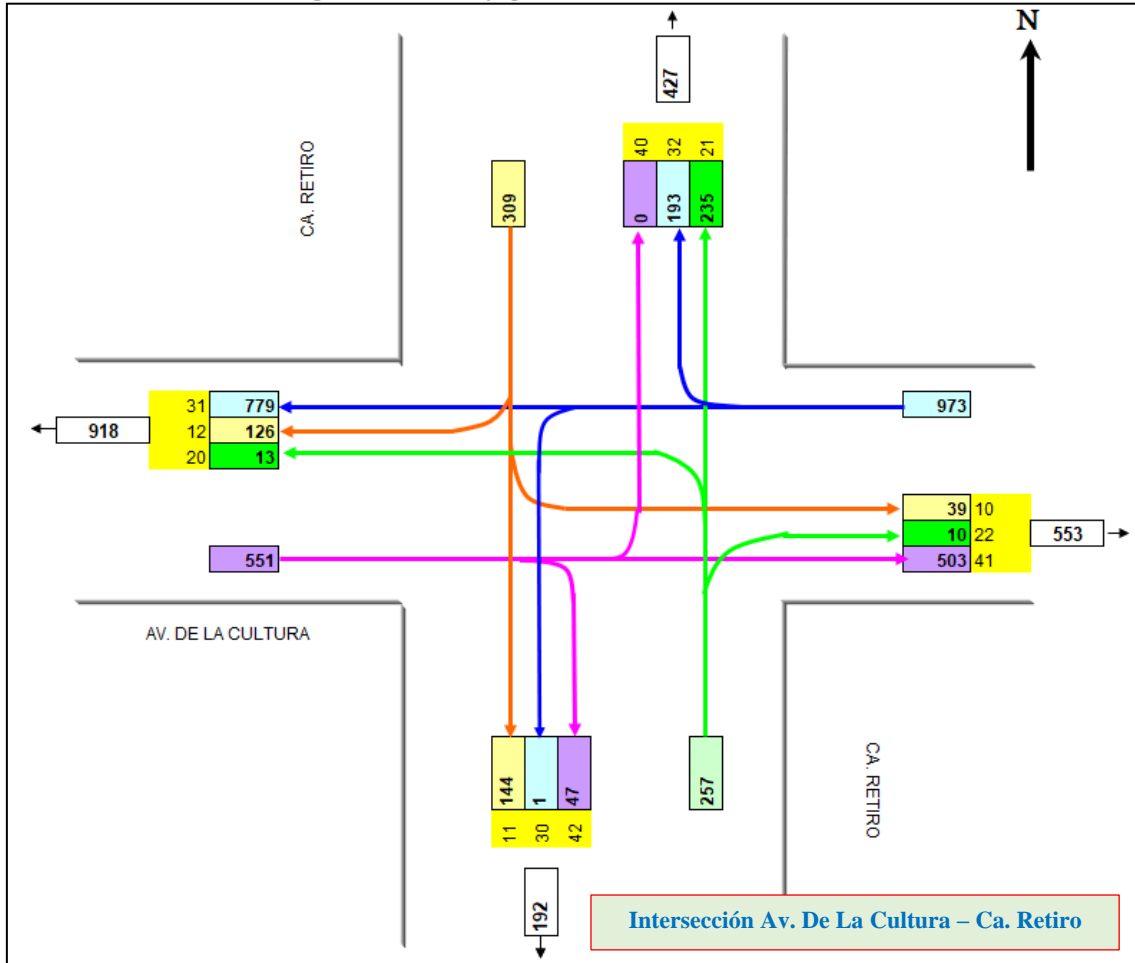
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	113	0	51	0	0	0	0	0	0	834	18	0	64	911	0	0
C. Rural	19	0	10	0	0	0	0	0	0	161	3	0	17	146	0	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0	0	14	127	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	4	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	12	35	0	0
TOTAL	136	0	65	0	0	0	0	0	0	1185	21	0	107	1223	0	0
UCP	138	0	65	0	0	0	0	0	0	1282	22	0	110	1306	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2737														
UCP INTERSECCION		2923														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	113	0	51	0	0	0	0	0	0	834	18	0	64	911	0	0
T.U	19	0	10	0	0	0	0	0	0	303	3	0	31	275	0	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Moto y Bicicleta	4	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	12	35	0	0
TOTAL	136	0	65	0	0	0	0	0	0	1185	21	0	107	1223	0	0
%	5%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	43%	1%	0%	4%	45%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 30. Flujograma intersección número 10



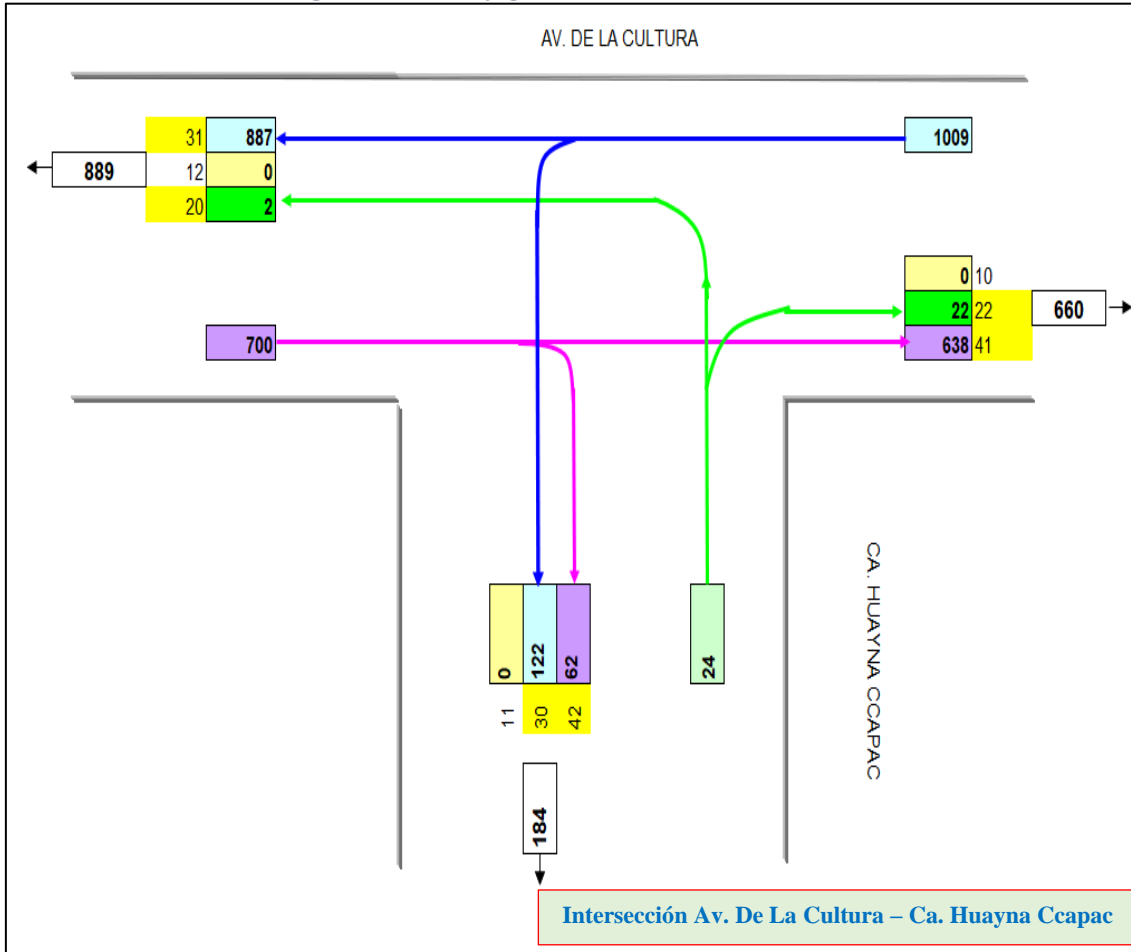
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	27	99	65	0	6	148	5	0	1	462	131	0	0	218	39	0
C. Rural	9	23	16	0	5	34	4	0	0	78	20	0	0	63	6	0
Microbus	0	6	25	0	0	13	0	0	0	136	21	0	0	131	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	2	1	0	0	4	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	3	6	4	0	1	25	0	0	0	24	8	0	0	23	3	0
TOTAL	39	136	111	0	12	224	9	0	1	703	181	0	0	436	48	0
UCP	39	144	126	0	13	235	10	0	1	779	193	0	0	503	47	0
TOTAL INTERSECCIÓN		1900														
UCP INTERSECCION		2090														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	27	99	65	0	6	148	5	0	1	462	131	0	0	218	39	0
T.U	9	29	41	0	5	47	4	0	0	215	41	0	0	194	6	0
Camion	0	2	1	0	0	4	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Moto y Bicicleta	3	6	4	0	1	25	0	0	0	24	8	0	0	23	3	0
TOTAL	39	136	111	0	12	224	9	0	1	703	181	0	0	436	48	0
%	2%	7%	6%	0%	1%	12%	0%	0%	0%	37%	10%	0%	0%	23%	3%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 31. Flujograma intersección número 11



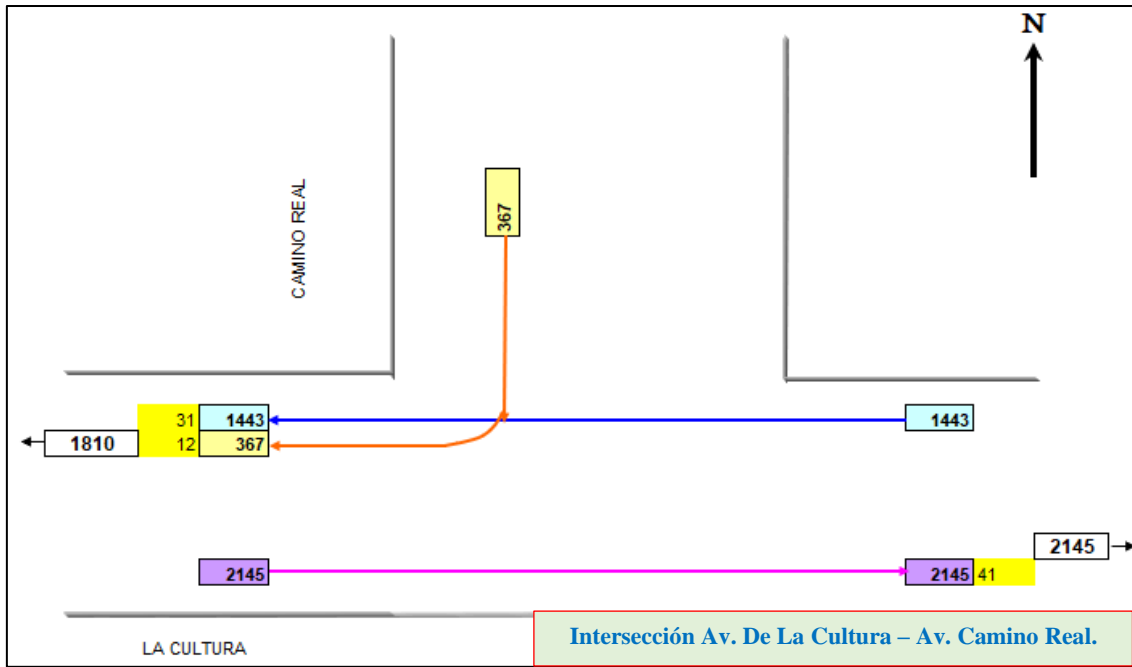
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	2	0	11	0	75	505	0	0	0	343	42	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	1	0	27	92	0	0	0	73	6	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	5	0	5	165	0	0	0	131	6	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	0	0	9	30	0	0	0	21	3	0
TOTAL	0	0	0	0	2	0	17	0	116	796	0	0	0	568	58	0
UCP	0	0	0	0	2	0	22	0	122	887	0	0	0	638	62	0
TOTAL INTERSECCIÓN		1557														
UCP INTERSECCION		1733														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	2	0	11	0	75	505	0	0	0	343	42	0
T.U	0	0	0	0	0	0	6	0	32	257	0	0	0	204	12	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	0	0	9	30	0	0	0	21	3	0
TOTAL	0	0	0	0	2	0	17	0	116	796	0	0	0	568	58	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	7%	51%	0%	0%	0%	36%	4%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 32. Flujograma intersección A



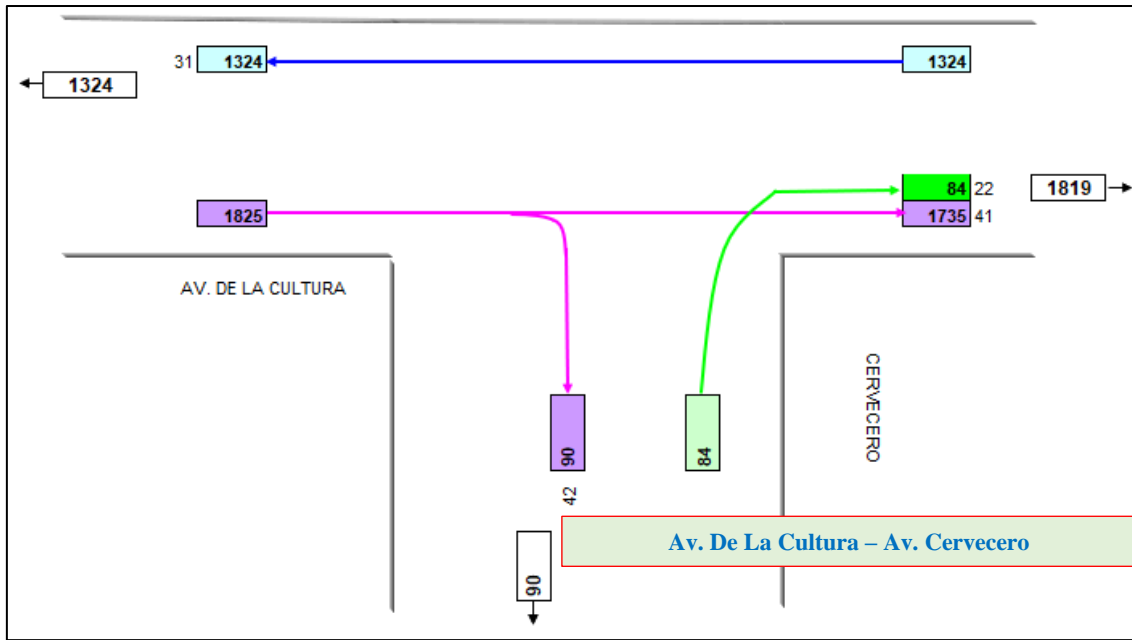
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular		0	336	0	0	0	0	0	0	911	0	0		1343	0	0
C. Rural		0	18	0	0	0	0	0	0	166	0	0		279	0	0
Microbus		0	3	0	0	0	0	0	0	205	0	0		280	0	0
Bus		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		3	0	0
C. Camión 1E		0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0		4	0	0
Trayler		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Motos/Bicicletas		0	4	0	0	0	0	0	0	13	0	0		49	0	0
TOTAL		0	362	0	0	0	0	0	0	1300	0	0		1958	0	0
UCP		0	367	0	0	0	0	0	0	1443	0	0		2145	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3620														
UCP INTERSECCION		3955														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	336	0	0	0	0	0	0	911	0	0	0	1343	0	0
T.U	0	0	21	0	0	0	0	0	0	372	0	0	0	562	0	0
Camion	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	4	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	49	0	0
TOTAL	0	0	362	0	0	0	0	0	0	1300	0	0	0	1958	0	0
%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	36%	0%	0%	0%	54%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 33. Flujograma intersección B



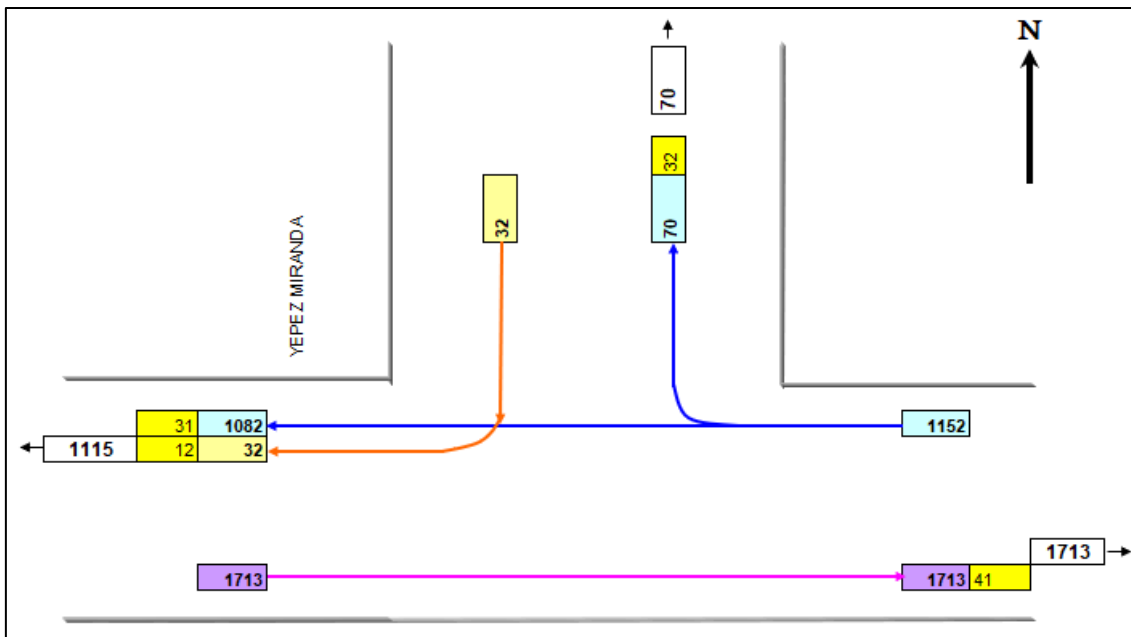
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	41	0	0	730	0	0	0	1088	54	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	30	0	0	153	0	0	0	283	27	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	0	0	0	164	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	10	0	0	68	0	0	0	52	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	82	0	0	1196	0	0	0	1599	88	0
UCP	0	0	0	0	0	0	84	0	0	1324	0	0	0	1735	90	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2965														
UCP INTERSECCION		3233														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	41	0	0	730	0	0	0	1088	54	0
T.U	0	0	0	0	0	0	30	0	0	385	0	0	0	448	27	0
Camion	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	10	0	0	68	0	0	0	52	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	82	0	0	1196	0	0	0	1599	88	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	54%	3%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 34. Flujograma intersección C



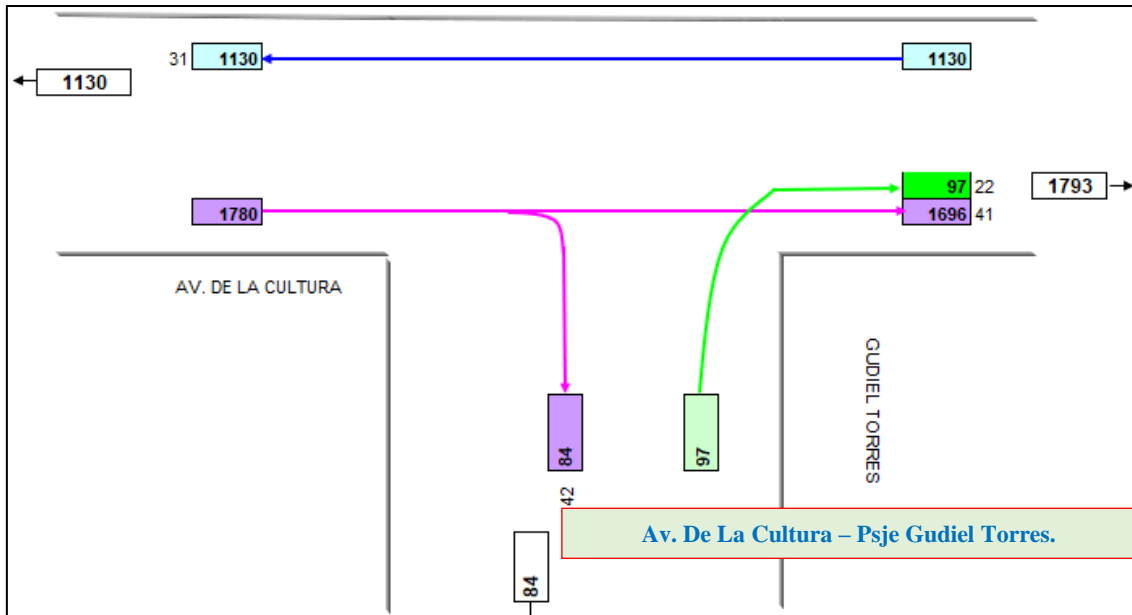
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	20	0	0	0	0	0	0	607	46	0	0	1152	0	0
C. Rural	0	0	9	0	0	0	0	0	0	252	19	0	0	265	0	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	139	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	3	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	35	0	0
TOTAL	0	0	32	0	0	0	0	0	0	974	65	0	0	1595	0	0
UCP	0	0	32	0	0	0	0	0	0	1082	70	0	0	1713	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN	2666															
UCP INTERSECCION	2898															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	20	0	0	0	0	0	0	607	46	0	0	1152	0	0
T.U	0	0	9	0	0	0	0	0	0	341	19	0	0	406	0	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	3	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	35	0	0
TOTAL	0	0	32	0	0	0	0	0	0	974	65	0	0	1595	0	0
%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	37%	2%	0%	0%	60%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 35. Flujograma intersección D



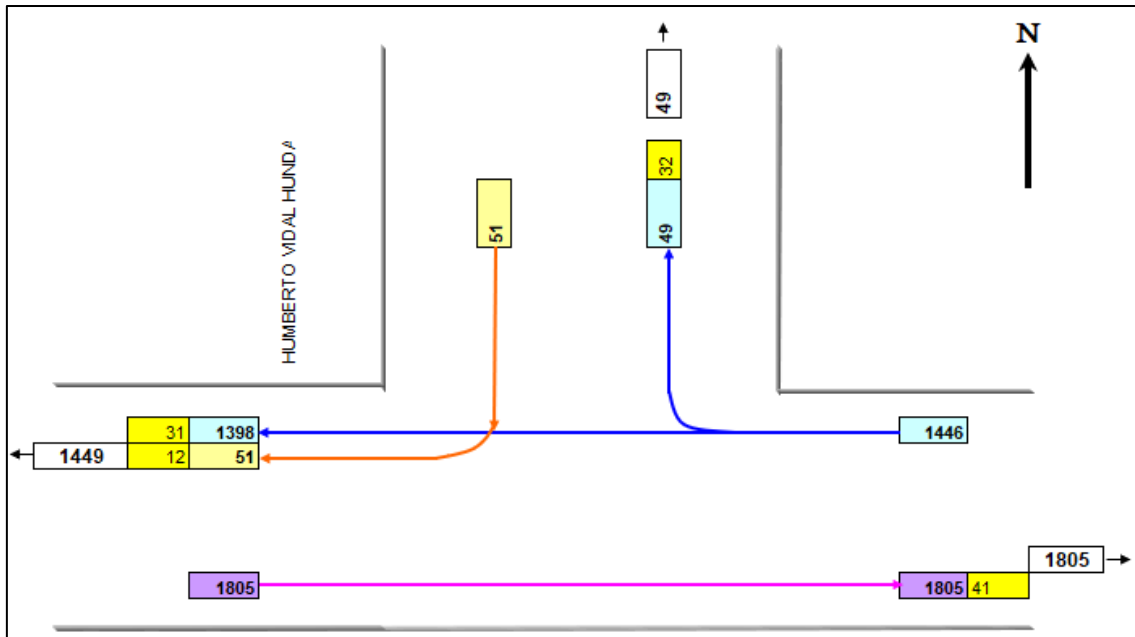
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	49	0	0	538	0	0	0	1049	54	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	32	0	0	151	0	0	0	283	22	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	0	0	0	164	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	9	0	0	68	0	0	0	52	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	92	0	0	1002	0	0	0	1560	83	0
UCP	0	0	0	0	0	0	97	0	0	1130	0	0	0	1696	84	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2737														
UCP INTERSECCION		3006														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	49	0	0	538	0	0	0	1049	54	0
T.U	0	0	0	0	0	0	32	0	0	383	0	0	0	448	22	0
Camion	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	9	0	0	68	0	0	0	52	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	92	0	0	1002	0	0	0	1560	83	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	37%	0%	0%	0%	57%	3%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 36. Flujograma intersección E



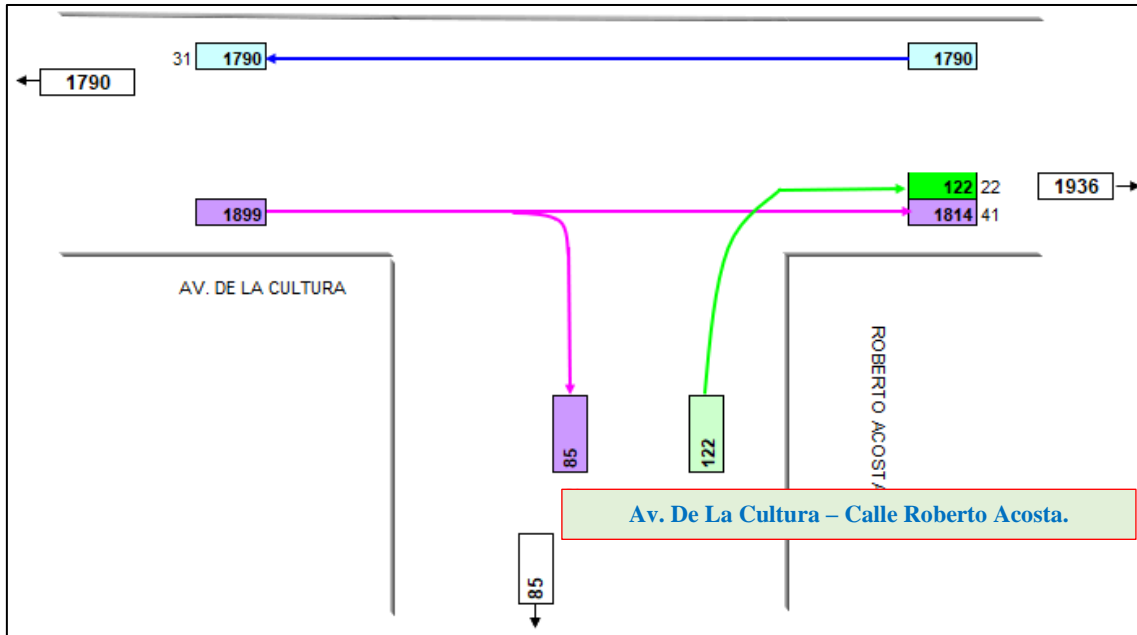
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	35	0	0	0	0	0	0	746	30	0	0	1244	0	0
C. Rural	0	0	12	0	0	0	0	0	0	332	15	0	0	265	0	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0	139	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	35	0	0
TOTAL	0	0	51	0	0	0	0	0	0	1261	45	0	0	1687	0	0
UCP	0	0	51	0	0	0	0	0	0	1398	49	0	0	1805	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN			3044													
UCP INTERSECCION			3303													

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	35	0	0	0	0	0	0	746	30	0	0	1244	0	0
T.U	0	0	12	0	0	0	0	0	0	467	15	0	0	406	0	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	35	0	0
TOTAL	0	0	51	0	0	0	0	0	0	1261	45	0	0	1687	0	0
%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	41%	1%	0%	0%	55%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 37. Flujograma intersección F



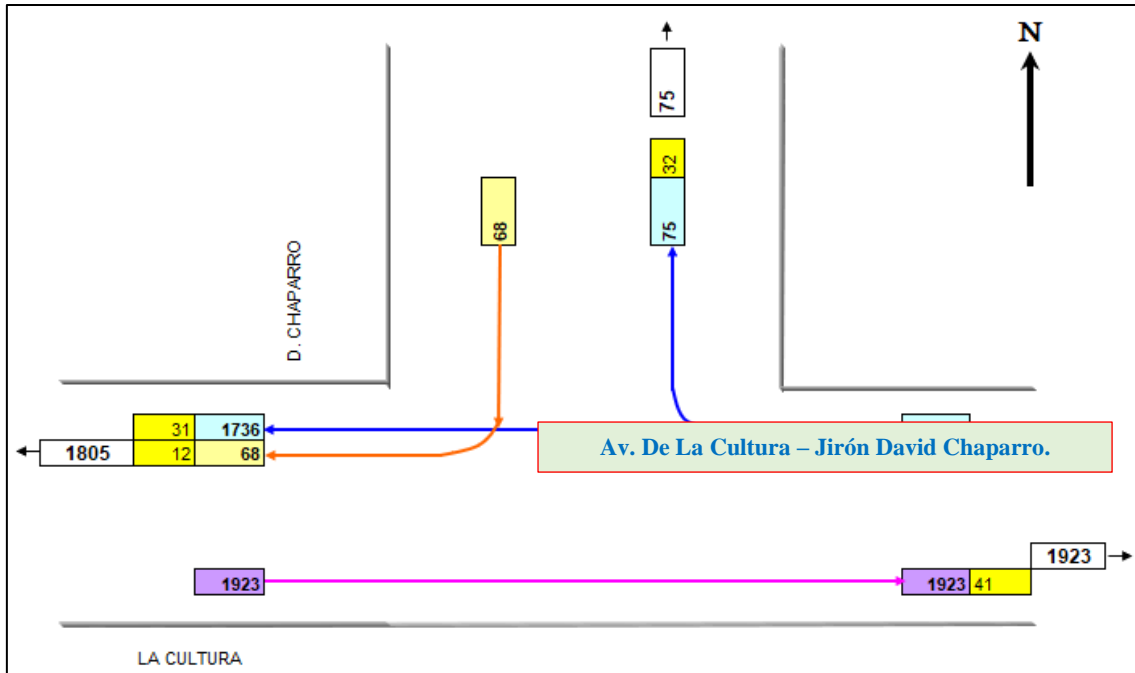
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	63	0	0	1022	0	0	0	1086	55	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	43	0	0	318	0	0	0	350	22	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	0	0	0	162	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11	0	0	0	12	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	8	0	0	68	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	115	0	0	1633	0	0	0	1656	84	0
UCP	0	0	0	0	0	0	122	0	0	1790	0	0	0	1814	85	0
TOTAL INTERSECCIÓN																
UCP INTERSECCION																

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	63	0	0	1022	0	0	0	1086	55	0
T.U	0	0	0	0	0	0	43	0	0	532	0	0	0	513	22	0
Camion	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11	0	0	0	12	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	8	0	0	68	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	115	0	0	1633	0	0	0	1656	84	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	47%	0%	0%	0%	47%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 38. Flujograma intersección G



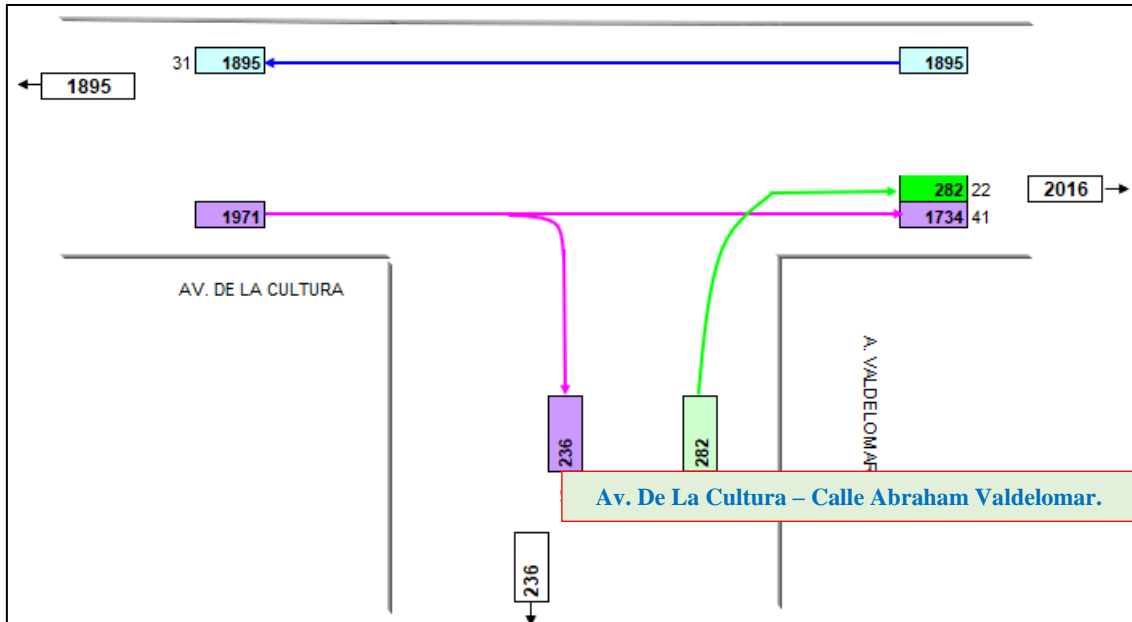
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	52	0	0	0	0	0	0	1056	54	0	0	1362	0	0
C. Rural	0	0	12	0	0	0	0	0	0	355	17	0	0	265	0	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0	139	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	35	0	0
TOTAL	0	0	68	0	0	0	0	0	0	1594	71	0	0	1805	0	0
UCP	0	0	68	0	0	0	0	0	0	1736	75	0	0	1923	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3538														
UCP INTERSECCION		3803														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	52	0	0	0	0	0	0	1056	54	0	0	1362	0	0
T.U	0	0	12	0	0	0	0	0	0	490	17	0	0	406	0	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	35	0	0
TOTAL	0	0	68	0	0	0	0	0	0	1594	71	0	0	1805	0	0
%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	45%	2%	0%	0%	51%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 39. Flujograma intersección H



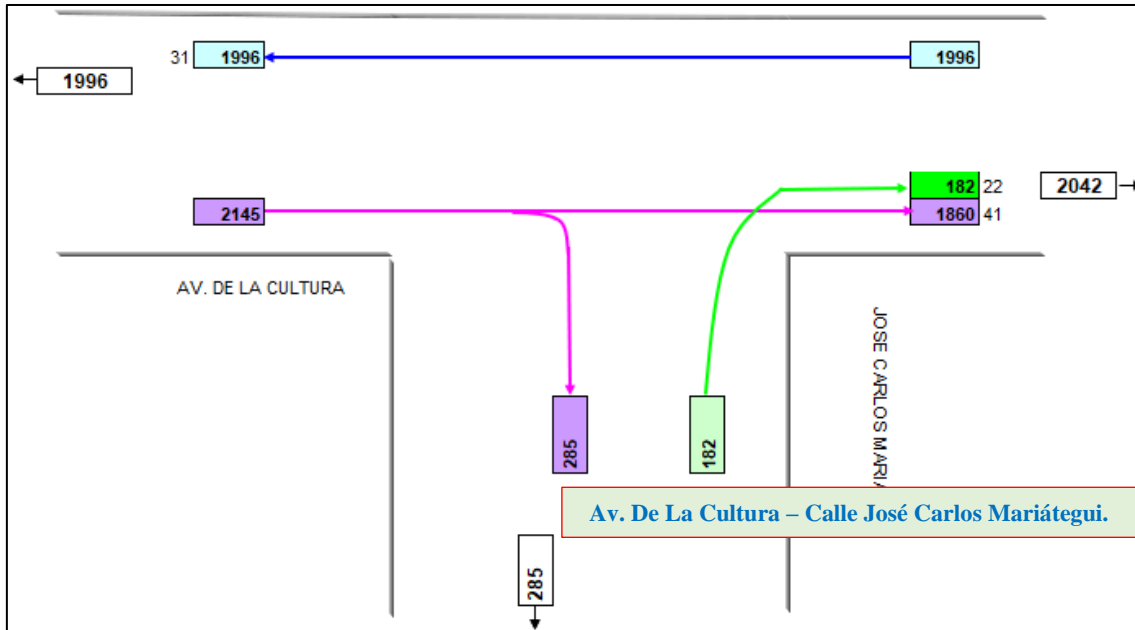
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	136	0	0	1216	0	0	0	1085	123	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	103	0	0	316	0	0	0	293	86	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	162	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	0	0	0	9	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	14	0	0	48	0	0	0	45	18	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	258	0	0	1756	0	0	0	1595	227	0
UCP	0	0	0	0	0	0	282	0	0	1895	0	0	0	1734	236	0
TOTAL INTERSECCIÓN	3836															
UCP INTERSECCION	4147															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	136	0	0	1216	0	0	0	1085	123	0
T.U	0	0	0	0	0	0	103	0	0	488	0	0	0	456	86	0
Camion	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	0	0	0	9	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	14	0	0	48	0	0	0	45	18	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	258	0	0	1756	0	0	0	1595	227	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	46%	0%	0%	0%	42%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 40. Flujograma intersección I



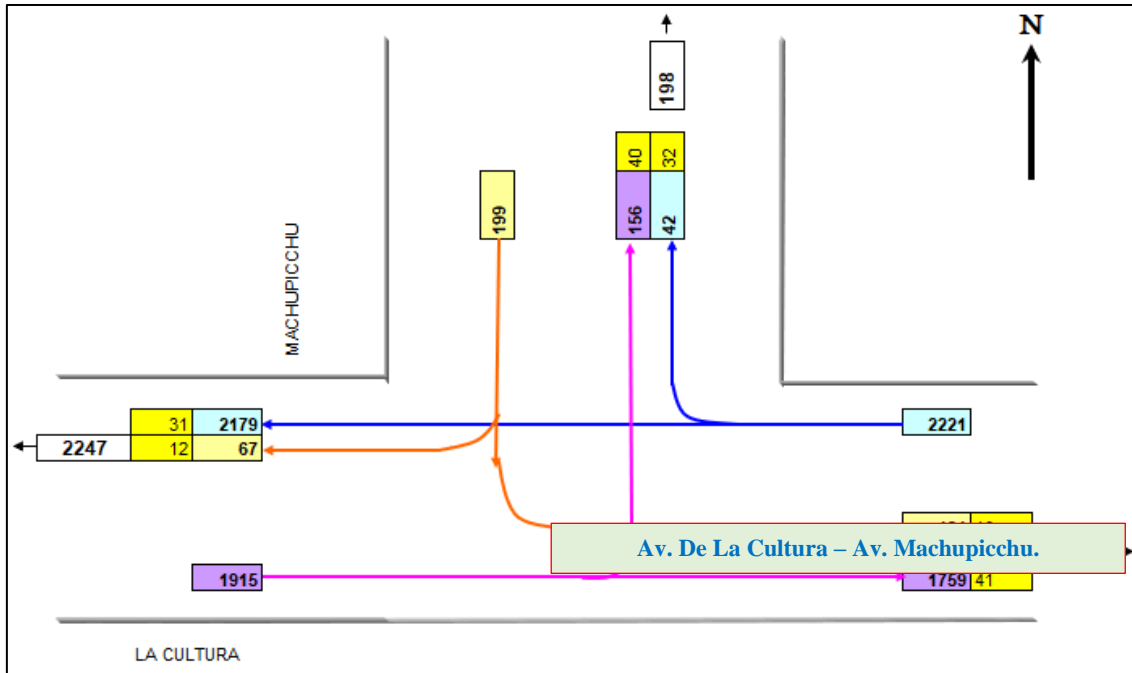
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	98	0	0	1154	0	0	0	1136	148	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	58	0	0	291	0	0	0	331	95	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302	0	0	0	177	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	36	0	0	47	0	0	0	45	55	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	192	0	0	1798	0	0	0	1701	298	0
UCP	0	0	0	0	0	0	182	0	0	1996	0	0	0	1860	285	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3989														
UCP INTERSECCION		4324														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	98	0	0	1154	0	0	0	1136	148	0
T.U	0	0	0	0	0	0	58	0	0	593	0	0	0	509	95	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	36	0	0	47	0	0	0	45	55	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	192	0	0	1798	0	0	0	1701	298	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	45%	0%	0%	0%	43%	7%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 41. Flujograma intersección J



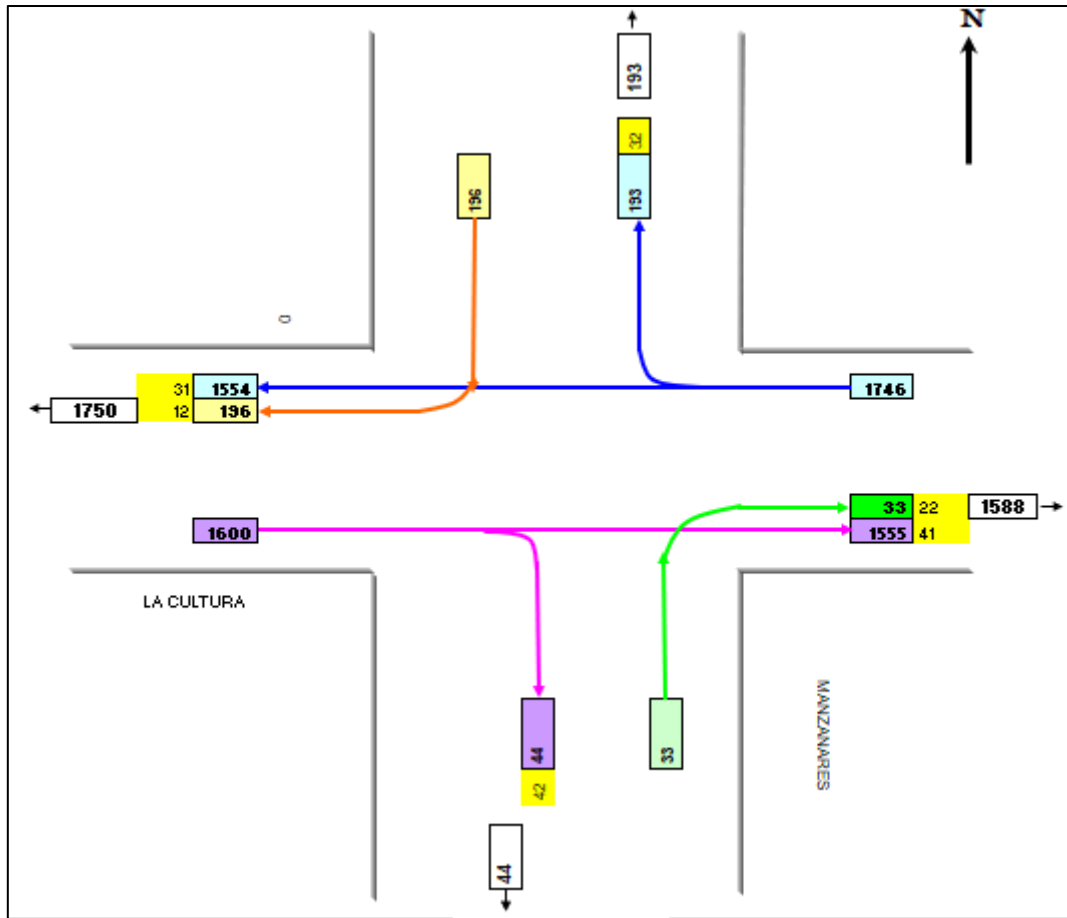
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	107	0	51	0	0	0	0	0	0	1231	32	0	104	1292	0	0
C. Rural	18	0	12	0	0	0	0	0	0	561	8	0	18	180	0	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0	0	17	147	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	6	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	11	35	0	0
TOTAL	131	0	67	0	0	0	0	0	0	1982	40	0	150	1658	0	0
UCP	131	0	67	0	0	0	0	0	0	2179	42	0	156	1759	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN			4028													
UCP INTERSECCION			4335													

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	107	0	51	0	0	0	0	0	0	1231	32	0	104	1292	0	0
T.U	18	0	12	0	0	0	0	0	0	703	8	0	35	329	0	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0
Moto y Bicicleta	6	0	4	0	0	0	0	0	0	40	0	0	11	35	0	0
TOTAL	131	0	67	0	0	0	0	0	0	1982	40	0	150	1658	0	0
%	3%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	49%	1%	0%	4%	41%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 42. Flujograma intersección K



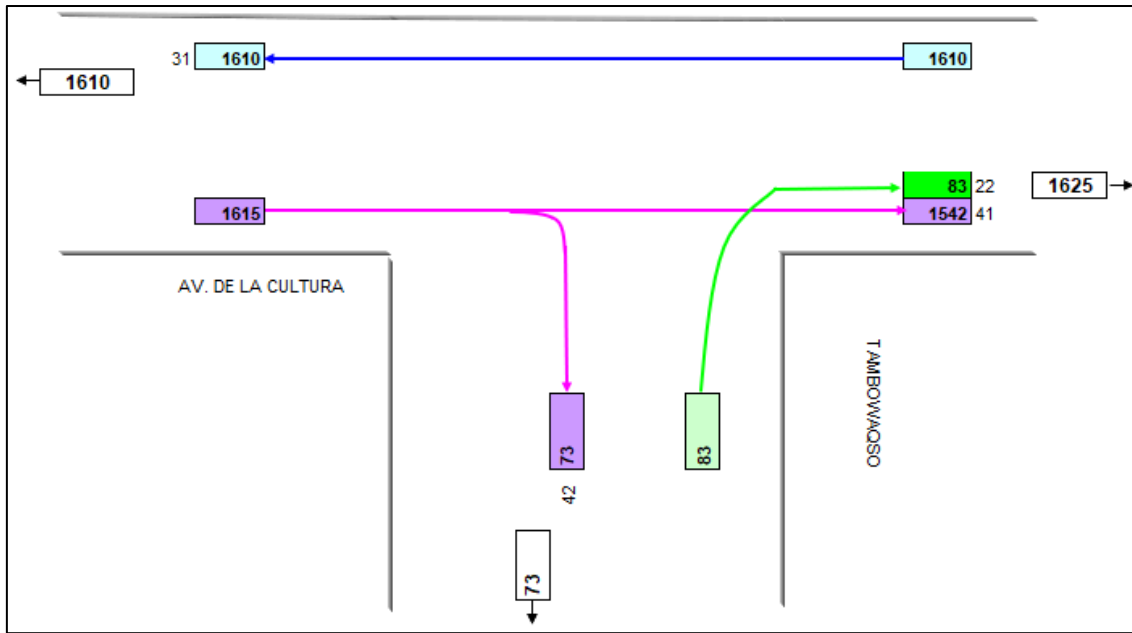
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	105	0	0	0	19	0	0	1123	131	0	0	1035	36	0
C. Rural	0	0	28	0	0	0	11	0	0	118	20	0	0	173	6	0
Microbus	0	0	33	0	0	0	0	0	0	176	21	0	0	191	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	6	0	0	0	0	0	0	35	8	0	0	46	3	0
TOTAL	0	0	174	0	0	0	30	0	0	1455	181	0	0	1446	45	0
UCP	0	0	196	0	0	0	33	0	0	1554	193	0	0	1555	44	0
TOTAL INTERSECCIÓN			3331													
UCP INTERSECCION			3575													

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	105	0	0	0	19	0	0	1123	131	0	0	1035	36	0
T.U	0	0	61	0	0	0	11	0	0	295	41	0	0	364	6	0
Camion	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	6	0	0	0	0	0	0	35	8	0	0	46	3	0
TOTAL	0	0	174	0	0	0	30	0	0	1455	181	0	0	1446	45	0
%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	44%	5%	0%	0%	43%	1%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 43. Flujograma intersección L



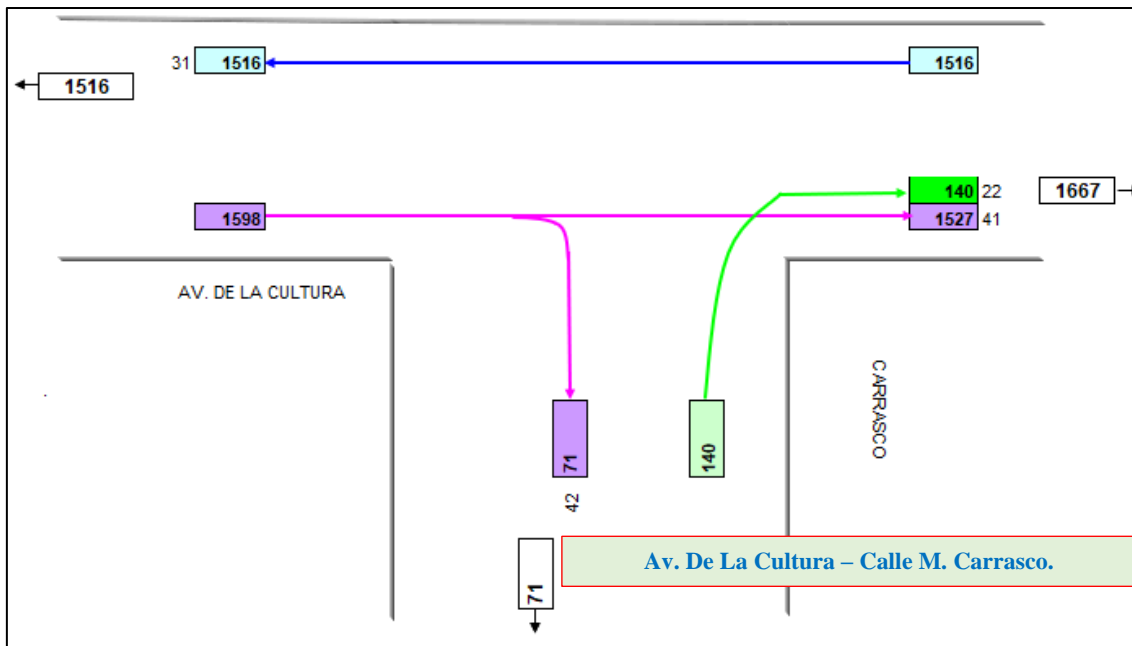
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	38	0	0	987	0	0	0	993	43	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	29	0	0	176	0	0	0	233	22	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	0	0	0	142	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	11	0	0	68	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	80	0	0	1476	0	0	0	1425	72	0
UCP	0	0	0	0	0	0	83	0	0	1610	0	0	0	1542	73	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3053														
UCP INTERSECCION		3308														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	38	0	0	987	0	0	0	993	43	0
T.U	0	0	0	0	0	0	29	0	0	408	0	0	0	376	22	0
Camion	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	11	0	0	68	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	80	0	0	1476	0	0	0	1425	72	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	48%	0%	0%	0%	47%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 44. Flujograma intersección M



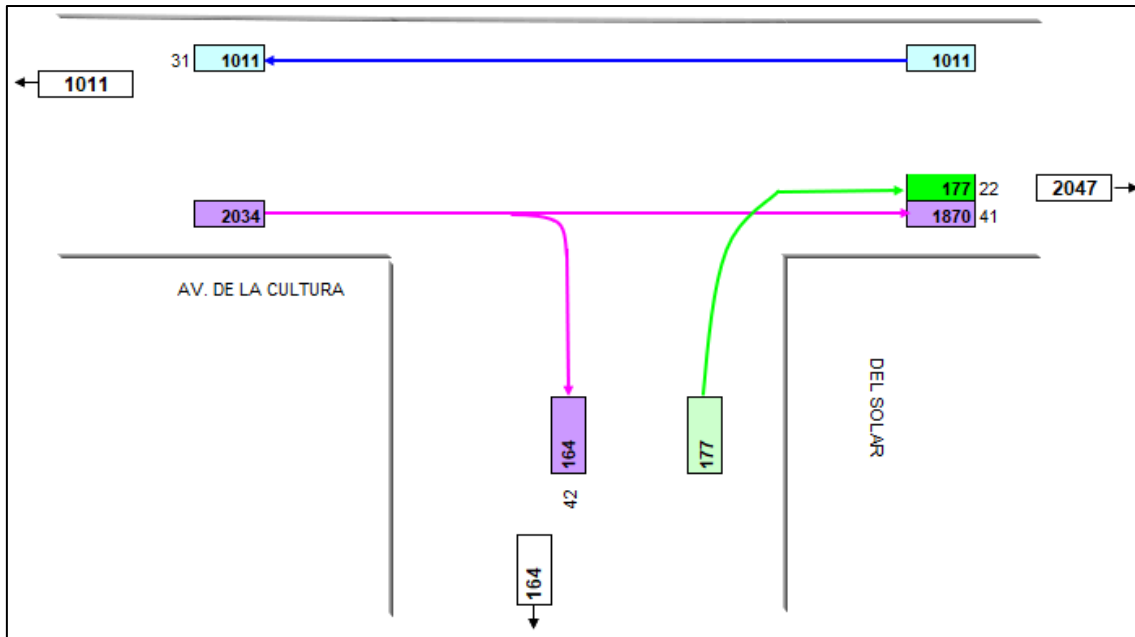
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	65	0	0	1027	0	0	0	954	41	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	53	0	0	116	0	0	0	216	22	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	0	0	0	172	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	11	0	0	56	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	131	0	0	1410	0	0	0	1399	70	0
UCP	0	0	0	0	0	0	140	0	0	1516	0	0	0	1527	71	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3010														
UCP INTERSECCION		3254														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	65	0	0	1027	0	0	0	954	41	0
T.U	0	0	0	0	0	0	53	0	0	318	0	0	0	389	22	0
Camion	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	11	0	0	56	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	131	0	0	1410	0	0	0	1399	70	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	47%	0%	0%	0%	46%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 45. Flujograma intersección N



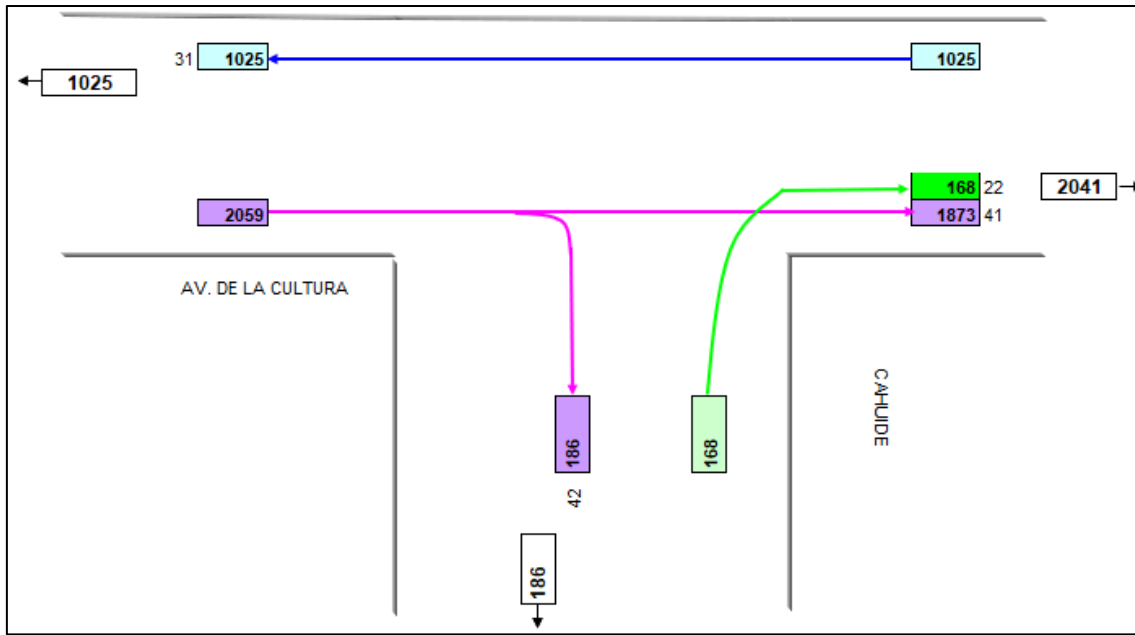
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	110	0	0	650	0	0	0	1137	97	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	49	0	0	64	0	0	0	338	50	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	177	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	18	0	0	48	0	0	0	45	15	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	177	0	0	937	0	0	0	1709	162	0
UCP	0	0	0	0	0	0	177	0	0	1011	0	0	0	1870	164	0
TOTAL INTERSECCIÓN	2985															
UCP INTERSECCION	3223															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	110	0	0	650	0	0	0	1137	97	0
T.U	0	0	0	0	0	0	49	0	0	236	0	0	0	516	50	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	18	0	0	48	0	0	0	45	15	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	177	0	0	937	0	0	0	1709	162	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	31%	0%	0%	0%	57%	5%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 46. Flujograma intersección Ñ



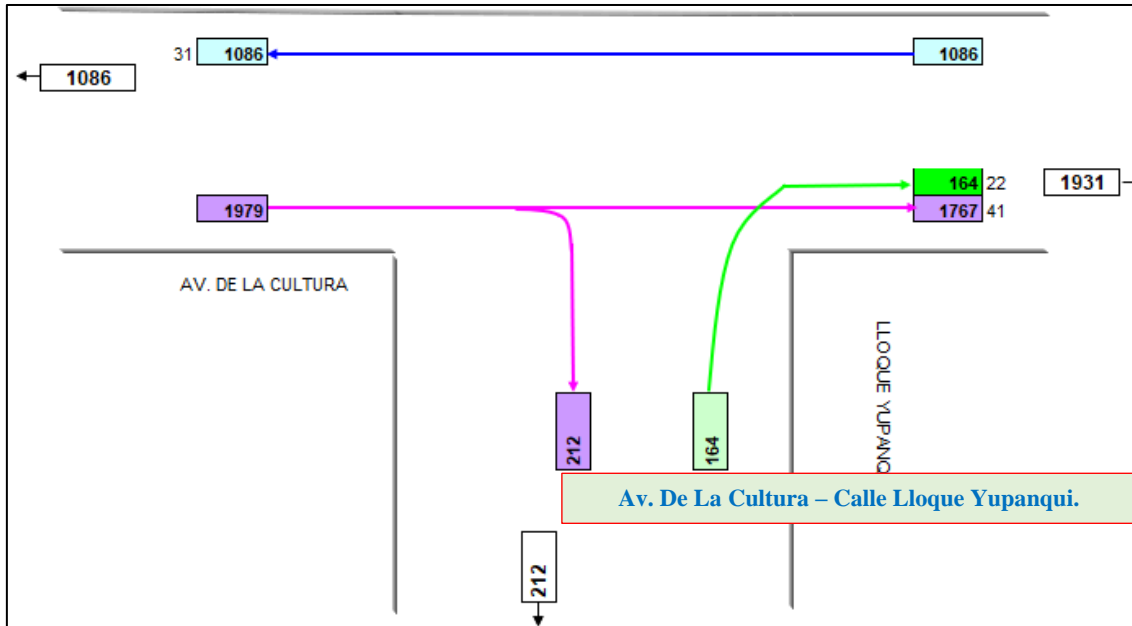
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	84	0	0	664	0	0	0	1140	136	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	59	0	0	64	0	0	0	338	34	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	177	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	30	0	0	48	0	0	0	45	22	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	173	0	0	951	0	0	0	1712	192	0
UCP	0	0	0	0	0	0	168	0	0	1025	0	0	0	1873	186	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3028														
UCP INTERSECCION		3252														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	84	0	0	664	0	0	0	1140	136	0
T.U	0	0	0	0	0	0	59	0	0	236	0	0	0	516	34	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	30	0	0	48	0	0	0	45	22	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	173	0	0	951	0	0	0	1712	192	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	31%	0%	0%	0%	57%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 47. Flujograma intersección O



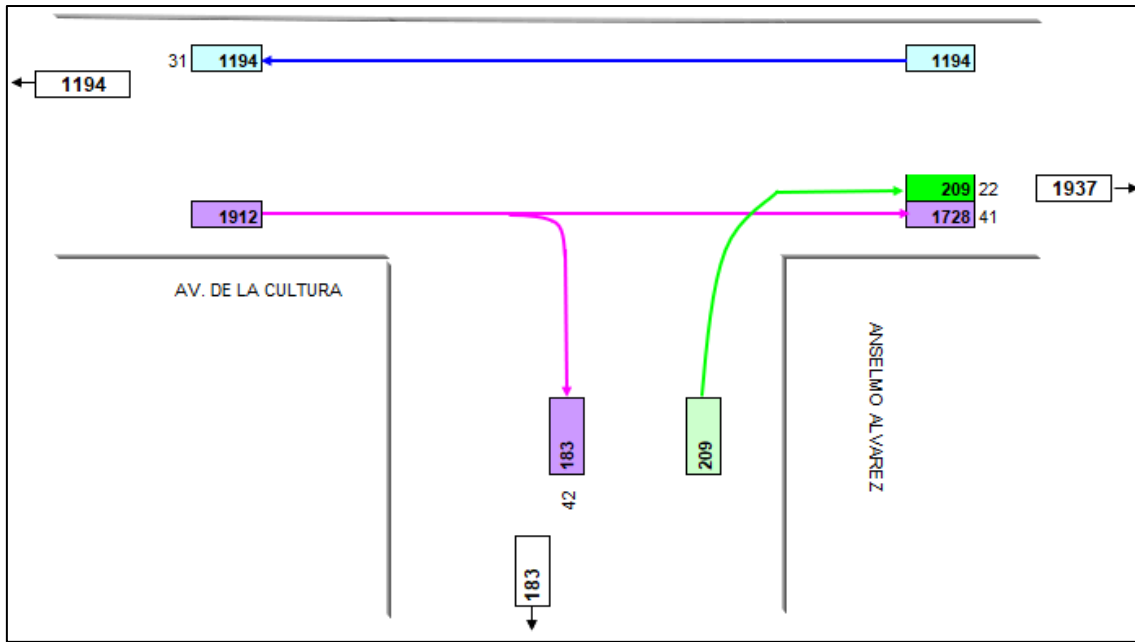
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	84	0	0	707	0	0	0	1113	109	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	42	0	0	76	0	0	0	293	74	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	162	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	11	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	14	0	0	48	0	0	0	45	33	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	149	0	0	1007	0	0	0	1625	216	0
UCP	0	0	0	0	0	0	164	0	0	1086	0	0	0	1767	212	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2997														
UCP INTERSECCION		3229														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	84	0	0	707	0	0	0	1113	109	0
T.U	0	0	0	0	0	0	42	0	0	248	0	0	0	456	74	0
Camion	0	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	11	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	14	0	0	48	0	0	0	45	33	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	149	0	0	1007	0	0	0	1625	216	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	34%	0%	0%	0%	54%	7%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 48. Flujograma intersección P



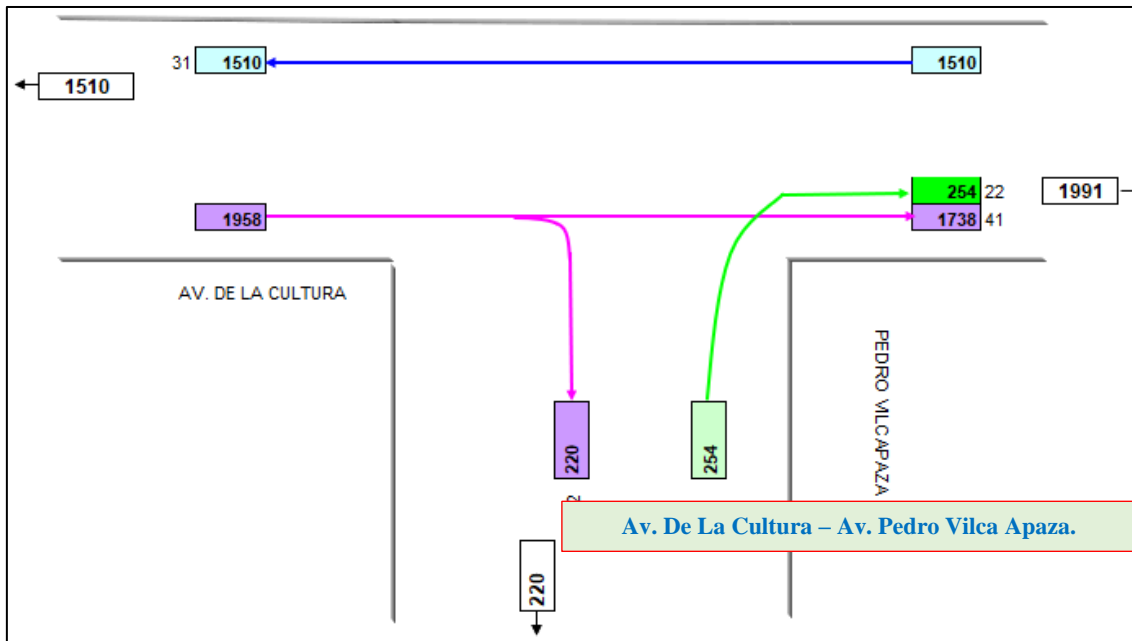
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	138	0	0	780	0	0	0	1084	112	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	46	0	0	82	0	0	0	283	50	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	0	0	0	162	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7	0	0	0	12	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	18	0	0	60	0	0	0	45	27	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	205	0	0	1112	0	0	0	1587	189	0
UCP	0	0	0	0	0	0	209	0	0	1194	0	0	0	1728	183	0
TOTAL INTERSECCIÓN																
UCP INTERSECCION																

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	138	0	0	780	0	0	0	1084	112	0
T.U	0	0	0	0	0	0	46	0	0	265	0	0	0	446	50	0
Camion	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7	0	0	0	12	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	18	0	0	60	0	0	0	45	27	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	205	0	0	1112	0	0	0	1587	189	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	36%	0%	0%	0%	51%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 49. Flujograma intersección Q



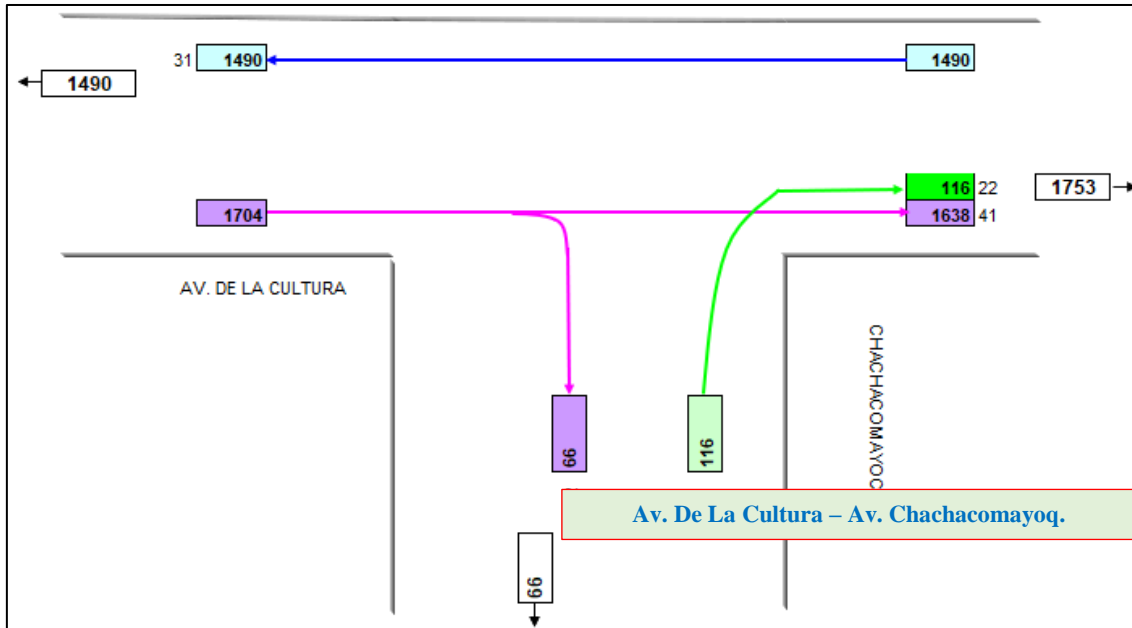
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	120	0	0	1124	0	0	0	1095	108	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	62	0	0	60	0	0	0	283	88	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	0	0	0	161	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	19	0	0	7	0	0	0	12	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	26	0	0	62	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	227	0	0	1435	0	0	0	1597	203	0
UCP	0	0	0	0	0	0	254	0	0	1510	0	0	0	1738	220	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3462														
UCP INTERSECCION		3721														

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	120	0	0	1124	0	0	0	1095	108	0
T.U	0	0	0	0	0	0	62	0	0	242	0	0	0	445	88	0
Camion	0	0	0	0	0	0	19	0	0	7	0	0	0	12	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	26	0	0	62	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	227	0	0	1435	0	0	0	1597	203	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	41%	0%	0%	0%	46%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 50. Flujograma intersección R



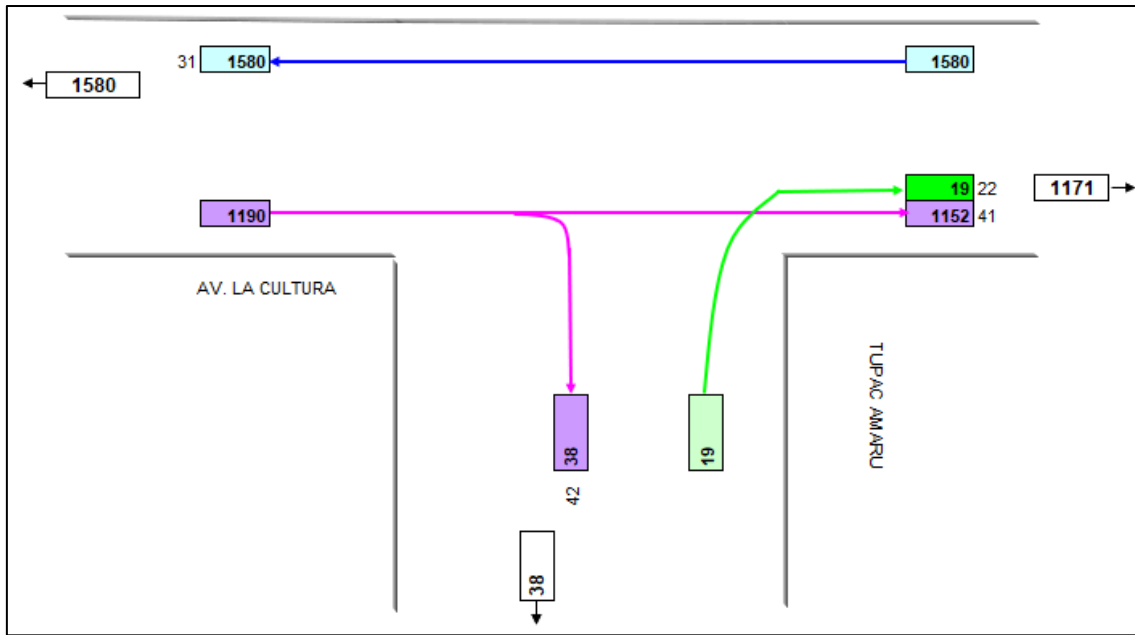
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	64	0	0	1104	0	0	0	995	44	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	37	0	0	60	0	0	0	283	16	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	0	0	0	161	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	12	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	9	0	0	62	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	111	0	0	1415	0	0	0	1497	67	0
UCP	0	0	0	0	0	0	116	0	0	1490	0	0	0	1638	66	0
TOTAL INTERSECCIÓN																
UCP INTERSECCION																

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	64	0	0	1104	0	0	0	995	44	0
T.U	0	0	0	0	0	0	37	0	0	242	0	0	0	445	16	0
Camion	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	12	0	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	9	0	0	62	0	0	0	45	7	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	111	0	0	1415	0	0	0	1497	67	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	46%	0%	0%	0%	48%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 51. Flujograma intersección S



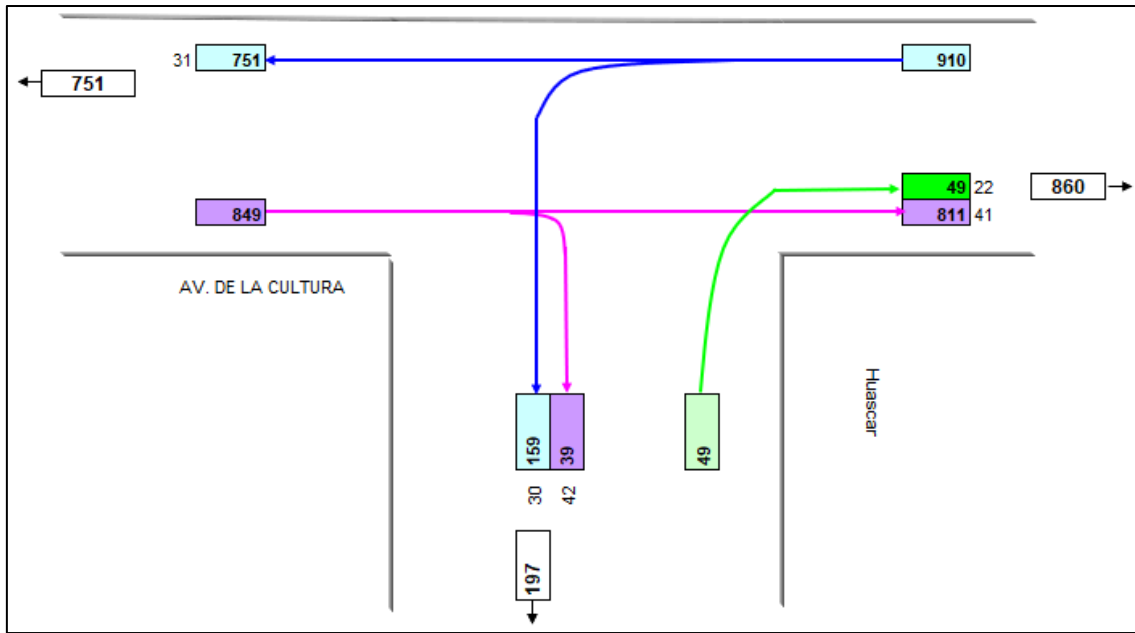
	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1037	0	0	0	669	26	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	6	0	0	192	0	0	0	201	5	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	0	0	0	116	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	17	2	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	5	0	0	84	0	0	0	46	3	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	21	0	0	1489	0	0	0	1049	36	0
UCP	0	0	0	0	0	0	19	0	0	1580	0	0	0	1152	38	0
TOTAL INTERSECCIÓN	2595															
UCP INTERSECCION	2789															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1037	0	0	0	669	26	0
T.U	0	0	0	0	0	0	6	0	0	357	0	0	0	317	5	0
Camion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	17	2	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	5	0	0	84	0	0	0	46	3	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	21	0	0	1489	0	0	0	1049	36	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	57%	0%	0%	0%	40%	1%	0%

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 52. Flujograma intersección T



	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Auto Particular	0	0	0	0	0	0	25	0	100	497	0	0	0	484	26	0
C. Rural	0	0	0	0	0	0	15	0	28	85	0	0	0	130	5	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	76	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	2	0	7	11	0	0	0	15	2	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos/Bicicletas	0	0	0	0	0	0	2	0	19	37	0	0	0	38	4	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	44	0	154	702	0	0	0	743	37	0
UCP	0	0	0	0	0	0	49	0	159	751	0	0	0	811	39	0
TOTAL INTERSECCIÓN	1680															
UCP INTERSECCION	1808															

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
Autos	0	0	0	0	0	0	25	0	100	497	0	0	0	484	26	0
T.U	0	0	0	0	0	0	15	0	28	157	0	0	0	206	5	0
Camion	0	0	0	0	0	0	2	0	7	11	0	0	0	15	2	0
Moto y Bicicleta	0	0	0	0	0	0	2	0	19	37	0	0	0	38	4	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	44	0	154	702	0	0	0	743	37	0
%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	9%	42%	0%	0%	0%	44%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia.



3.5.1.2.2 Datos obtenidos en cada intersección según sentidos

Los datos obtenidos de las intersecciones no semaforizadas y el ovalo se encuentran en los anexos

- Intersección número 1 (Av. De la Cultura – Calle Santa Úrsula).

Tabla N° 13. Intersección número 1 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. SANTA URSULA																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45			4		1		2																						1				9	9
18:45-19:00	2				2		3																						1		1		9	18
19:00-19:15			4		1		2																								1		8	26
19:15-19:30	2		1																														3	29

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 14. Intersección número 1 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. SANTA URSULA																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	80	247			19	52			49								4	1							4	15			471	471
18:45-19:00	56	236			10	50			40								1	5							4	22			424	895
19:00-19:15	61	220			13	38			29								2	3							6	14			386	1281
19:15-19:30	68	220			8	32			28								2								5	14			377	1658

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15. Intersección número 1 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. SANTA URSULA																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45		357	12		64	1			46								5	1									25		511	511
18:45-19:00		337	13		60	2			38								6										29	1	486	997
19:00-19:15		337	7		62	2			45								1	1									16	3	474	1471
19:15-19:30		385	3		62				47								7										18		522	1993

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 2 (Av. De la Cultura – Av. Rafael Aguilar Paez).

Tabla N° 16. Intersección número 2 (N - S)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RAFAEL AGUILAR PAEZ																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	14	13	14		7	4	2										1								2	2	1		60	60
18:45-19:00	18	18	19		5	8	3										1								2	3			77	137
19:00-19:15	16	10	16		4	6	6										1									1			60	197
19:15-19:30	12	14	17		6	4	5																		1	1			60	257

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 17. Intersección número 2 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RAFAEL AGUILAR PAEZ																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	28	6	12		6	8	2		2									1							4		1		70	70
18:45-19:00	30	15	8		5	2	5		1								2								2	2			72	142
19:00-19:15	20	10	8		5	4	3		2																1	1			54	196
19:15-19:30	22	10	12		4	4	2		1										1						1	2			59	255

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18. Intersección número 2 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RAFAEL AGUILAR PAEZ																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	6	237	3		2	40	2		49								2									21	2		364	364
18:45-19:00	2	218	6			50	2		38								2									21			339	703
19:00-19:15	6	210	7		2	42			30								3	1								15	1		317	1020
19:15-19:30	5	195	5			30	1		26								2									13	2		279	1299

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19. Intersección número 2 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RAFAEL AGUILAR PAEZ																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	8	278	39		3	65	11		48	3							3	1							1	22	3		485	485
18:45-19:00	9	268	43		1	48	10		39	2							3	1							3	25	5		457	942
19:00-19:15	15	253	39		2	65	7		44	1							1	1							2	19	3		452	1394
19:15-19:30	11	307	30		2	48	9		43								1	2							1	19			473	1867

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 3 (Av. De la Cultura – Av. José Gabriel Cosio).

Tabla N° 20. Intersección número 3 (N - S)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JOSÉ GABRIEL COSIO																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45	2	7	21		1	6	1																						1	4	2		45	45
18:45-19:00	2	5	11		1	2	2																						2	3			28	73
19:00-19:15	3	8	31		3	5	2										2												5				59	132
19:15-19:30	1	3	11		1	4	3																						1	2	1		27	159

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 21. Intersección número 3 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JOSÉ GABRIEL COSIO																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45	12	5	5		2	10	4		1																				2		2		43	43
18:45-19:00	14	7	8		3	13	2										1												4	3	2		57	100
19:00-19:15	41	4	3		2	7	3		1										2										1	1			65	165
19:15-19:30	12	9	6		2	9	3										1												2	2			46	211

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22. Intersección número 3 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JOSÉ GABRIEL COSIO																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45	3	254	20		3	37	9		51								1	1											19	5			403	403
18:45-19:00	2	235	25		7	44	10		38								2	1											2	16	4		386	789
19:00-19:15	7	216	15		4	37	10		32								3												1	14	3		342	1131
19:15-19:30	5	212	16		3	31	5		27								1												3	11	2		316	1447

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23. Intersección número 3 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JOSÉ GABRIEL COSIO																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45	15	305	7		10	71	6		40	1							2	2											3	26	2		490	490
18:45-19:00	19	258	10		6	74	4		46																				2	14	3		436	926
19:00-19:15	17	276	16		8	87	5		43								1												4	12	2		471	1397
19:15-19:30	13	254	7		8	78	6		42									1											3	10	3		425	1822

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 4 (Av. De la Cultura – Av. Ricardo Palma).

Tabla N° 24. Intersección número 4 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RICARDO PALMA																															
FECHA:																																	
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					
18:30-18:45	26		15		7		7													1								5		3		64	64
18:45-19:00	29		19		4		9										1											2		2		66	130
19:00-19:15	23		14		5		7																					1		3		53	183
19:15-19:30	18		16		4		16																					2		1		57	240

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 25. Intersección número 4 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RICARDO PALMA																															
FECHA:																																	
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					
18:30-18:45	20	299			7	73			50									1										3	23			476	476
18:45-19:00	16	313			4	74			44								1	4										5	26			487	963
19:00-19:15	16	256			4	56			36									2										6	17			393	1356
19:15-19:30	16	272			10	42			26								1	2										3	30			402	1758

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 26. Intersección número 4 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. RICARDO PALMA																															
FECHA:																																	
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					
18:30-18:45		307	16		79	7			42									3											28	2		484	484
18:45-19:00		268	14		77	2			46																				16	3		426	910
19:00-19:15		296	10		91	3			43									1											15	1		460	1370
19:15-19:30		258	8		75	6			42									1											14	1		405	1775

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 5 (Av. De la Cultura – Av. Julio C. Tello).

Tabla N° 27. Intersección número 5 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JULIO C. TELLO																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45			13				7																				2		22	22
18:45-19:00			17				7												1										25	47
19:00-19:15			16				6																				2		24	71
19:15-19:30			14				3																				2		19	90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 28. Intersección número 5 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JULIO C. TELLO																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45		316	13			87	10			50																	14		490	490
18:45-19:00		303	11			77	5			43								7									18	2	466	956
19:00-19:15		326	5			85	5			41								2									22	3	489	1445
19:15-19:30		308	10			53	1			29								5									24	2	432	1877

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 29. Intersección número 5 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. JULIO C. TELLO																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45		304				88				40								4									36		472	472
18:45-19:00		295				79				47																	18		439	911
19:00-19:15		288	1			97				45								2									19		452	1363
19:15-19:30		261				88				38								1									12	1	401	1764

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 6 (Av. De la Cultura – Av. Diagonal Angamos).

Tabla N° 30. Intersección número 6 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. DIAGONAL ANGAMOS																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	30		101		9		22				7			1		2		1						0		12		185	185	
18:45-19:00	30		84		11		23				8			1				0						3		5		165	350	
19:00-19:15	23		82		10		25				4			3				3						1		5		156	506	
19:15-19:30	26		61		5		19				3			0				0						4		3		121	627	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 31. Intersección número 6 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. DIAGONAL ANGAMOS																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	245	232			43	42			5	42			6	0			1	1						8	6			631	631	
18:45-19:00	97	207			29	43			5	29			8	0			4	3						8	13			446	1077	
19:00-19:15	98	191			31	40			4	29			4	1			2	0						7	9			416	1493	
19:15-19:30	99	211			23	36			4	22			3				2	1						7	15			423	1916	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 32. Intersección número 6 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. DIAGONAL ANGAMOS																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45		212	34			62	6			39				0			2							16	2			373	373	
18:45-19:00		220	23			45	6			33				3			0							8	0			338	711	
19:00-19:15		219	37			84	10			43				1			1							13	2			410	1121	
19:15-19:30		242	33			57	8			34				1			3	1						7	0			386	1507	

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 7 (Av. De la Cultura – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre).

Tabla N° 33. Intersección número 7 (N - S)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. VICTOR RAUL HAYA																																
FECHA:																																		
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	20	21	22	23		
18:30-18:45	22	32	10		2	5	2		5																				1	2			82	82
18:45-19:00	29	52	7		3	2	2		4																				0	2			101	183
19:00-19:15	19	31	12		1	10	2		6																				1	4			88	271
19:15-19:30	17	37	6		4	17			2																				0	2			85	356

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 34. Intersección número 7 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. VICTOR RAUL HAYA																																
FECHA:																																		
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	20	21	22	23		
18:30-18:45	13	42	44		1	5	11		9	2							0	0											2	5	4		138	138
18:45-19:00	25	37	46		3	4	10		9	2							0	1											0	0	0		137	275
19:00-19:15	25	21	51		2	5	4		12	6							0	0											0	5	0		131	406
19:15-19:30	20	35	47		5	2	11		5	1							1	0											1	4	1		133	539

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 35. Intersección número 7 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. VICTOR RAUL HAYA																																
FECHA:																																		
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	20	21	22	23		
18:30-18:45		203	50			49	11			39	6							1	0											9	3		371	371
18:45-19:00		209	49			40	6			26	3							3	0											14	3		353	724
19:00-19:15		163	56			36	10			27	4							1	0											11	3		311	1035
19:15-19:30		189	34			34	8			24	1							1	1											10	3		305	1340

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 36. Intersección número 7 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. VICTOR RAUL HAYA																																
FECHA:																																		
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	20	21	22	23		
18:30-18:45		194	46			36	7			37	4			1				1	0											14	0		340	340
18:45-19:00		222	56			52	6			43	6			1				0	0											10	0		396	736
19:00-19:15		211	51			35	8			35	4			0				0	0											12	1		357	1093
19:15-19:30		220	32			37	4			35	3			0				1	1											7	0		340	1433

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 8 (Av. De la Cultura – Av. Universitaria).

Tabla N° 37. Intersección número 8 (N - S)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. UNIVERSITARIA																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	26		39		10		4		1		0						0		1						6		0		87	87
18:45-19:00	71		49		21		6		4		1						2								7		2		163	250
19:00-19:15	60		39		21		3		2		1						2								4		1		133	383
19:15-19:30	71		49		18		5		2		1						0								4		1		151	534

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 38. Intersección número 8 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. UNIVERSITARIA																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45		164	54			30	8			36	1			0				3	1							5	2		304	304
18:45-19:00		174	42			21	12			35	1			0				1	0							2	2		290	594
19:00-19:15		160	55			16	17			25	0			0				0	1							3	2		279	873
19:15-19:30		182	43			19	18			29	0			1				0	0							3	2		297	1170

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 39. Intersección número 8 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. UNIVERSITARIA																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	51	299			11	35			36				2				0	0							0	9			443	443
18:45-19:00	54	257			21	41			29				0				0	1							4	5			412	855
19:00-19:15	52	237			16	28			28				0				1	0							2	2			366	1221
19:15-19:30	47	230			13	30			26				1				0	1							0	5			353	1574

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 9 (Av. De la Cultura – Av. Mariscal Gamarra).

Tabla N° 40. Intersección número 9 (N - S)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. Mariscal Gamarra																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45	22		8		5		1																						3		0		39	39
18:45-19:00	30		14		6		5																						0		1		56	95
19:00-19:15	30		19		5		0																						1		2		57	152
19:15-19:30	31		10		3		4																						0		1		49	201

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 41. Intersección número 9 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. Mariscal Gamarra																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45		228	1			48	0			46				0				2												11			336	336
18:45-19:00		232	8			44	1			34				0				3												11			333	669
19:00-19:15		178	4			36	0			30				1				1												5			255	924
19:15-19:30		196	5			33	2			31				0				2												13			282	1206

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 42. Intersección número 9 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / AV. Mariscal Gamarra																																
FECHA:																																		
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						
18:30-18:45	21	238			6	40			4	30				1				1											7	13			361	361
18:45-19:00	19	265			4	36			3	37				1				0											3	8			376	737
19:00-19:15	12	213			4	37			4	30				0				1											1	9			311	1048
19:15-19:30	12	195			3	33			3	30				0				0											1	5			282	1330

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 10 (Av. De la Cultura – Calle Retiro).

Tabla N° 43. Intersección número 10 (N - S)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. RETIRO																																
FECHA:																																		
HORAS DE	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
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	20	21	22	23	20	21	22	23		
18:30-18:45	10	27	13		6	8	6		2	7																			0	1	1		82	82
18:45-19:00	4	22	23		0	4	5		1	7							1												0	1	3		71	153
19:00-19:15	6	14	16		1	5	4		1	7							0												1	3	0		58	211
19:15-19:30	7	36	13		2	6	1		2	4							1												2	1			75	286

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 44. Intersección número 10 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. RETIRO																																
FECHA:																																		
HORAS DE	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
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	20	21	22	23	20	21	22	23		
18:30-18:45	0	43	1		2	7	1		4								1												0	8			67	67
18:45-19:00	1	38	2		0	10	2		4								0												1	6			64	131
19:00-19:15	4	37	2		1	8	0		3								2												0	3			60	191
19:15-19:30	1	30	0		2	9	1		2								1												0	8			54	245

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 45. Intersección número 10 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. RETIRO																																
FECHA:																																		
HORAS DE	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
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	20	21	22	23	20	21	22	23		
18:30-18:45	0	115	32			14	4		44	5							0												6	1			221	221
18:45-19:00	0	130	28			20	2		33	5							0	1											9	2			230	451
19:00-19:15	1	112	38			20	9		30	5				1			2												3	2			223	674
19:15-19:30	0	105	33			24	5		29	6							0												6	3			211	885

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 46. Intersección número 10 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. RETIRO																																
FECHA:																																		
HORAS DE	AUTO PART.				C. RURAL				MICROBUS				BUS				C. CAMION				TRAYLER				MOTOS				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA				
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	20	21	22	23	20	21	22	23		
18:30-18:45	0	65	8		0	25	3		0	34			0				0	0			0				0				0	8	2		145	145
18:45-19:00	0	68	9		0	11	2		0	39			0				0	0			0				0				0	7	1		137	282
19:00-19:15	0	42	13		0	16	0		0	33			0				0	0			0				0				0	6	0		110	392
19:15-19:30	0	43	9		0	11	1		0	25			0				0	1			0				0				0	2	0		92	484

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 11 (Av. De la Cultura – Calle Huayna Capac).

Tabla N° 47. Intersección número 11 (S - N)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. HUAYNA CAPAC																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	1		2				0				1																	4	4	
18:45-19:00			3				0				2																	5	9	
19:00-19:15	1		4				1				1																	7	16	
19:15-19:30			2				0				1																	3	19	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 48. Intersección número 11 (E - O)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. HUAYNA CAPAC																												
FECHA:																														
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		
18:30-18:45	18	126			6	21			1	48																	4	6	230	230
18:45-19:00	21	148			5	24			2	42																	2	11	255	485
19:00-19:15	15	112			9	25			1	39							2										0	7	210	695
19:15-19:30	21	119			7	22			1	36							2										3	6	217	912

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 49. Intersección número 11 (O - E)

INTERSECCION:		AV. DE LA CULTURA / CA. HUAYNA CAPAC																													
FECHA:																															
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			
18:30-18:45		66	15		23	3			35	2							1										7	1	153	153	
18:45-19:00		171	12		12				32	2																		3	0	232	385
19:00-19:15		54	7		18	1			32	1																		6	1	120	505
19:15-19:30		52	8		20	2			32	1																		5	1	121	626

Fuente: Elaboración propia.



3.5.1.2.3 Tiempos semafóricos

Según las ecuaciones N° 9, 10, 11 y 12 SE CALCULO LOS CICLOS OPTIMOS SEMAFORICOS POR CADA INTERSECCION:

Tabla N° 50. Ciclo Optimo – Intersección número 1

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección 1: Av. De La Cultura – Calle Santa Úrsula	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.781
y2	0.195
y3	1.148
y4	0.012
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	20 s
Co	90 s

Esquema General

Fase 1,2 y 3

Fase 4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 51. Ciclo Optimo - Intersección número 2

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 2 (Av. De la Cultura – Av. Rafael Aguilar Páez).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.944
y2	0.121
y3	0.079
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	15 s
Co	117 s

Esquema General

Fase 1

Fase 2

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 52. Ciclo Optimo - Intersección número 3

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 3 (Av. De la Cultura – Av. José Gabriel Cosío).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.981
y2	0.053
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	9 s
Co	113 s

Esquema General

Fase ø 1

Fase ø 2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 53. Ciclo Optimo - Intersección número 4

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 4 (Av. De la Cultura – Av. Ricardo Palma).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.963
y2	0.061
y3	1.016
y4	0.047
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	20 s
Co	99 s

Esquema General

Fase ø 1, 2 y 3

Fase ø 4

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 54. Ciclo Optimo - Intersección número 5

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 5 (Av. De la Cultura – Av. Julio C. Tello).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	1.076
y2	0.052
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	9 s
Co	100 s

Esquema General

Fase φ 1

Fase φ 2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 55. Ciclo Optimo - Intersección número 6

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 6 (Av. De la Cultura – Av. Diagonal Angamos).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.811
y2	0.454
y3	0.816
y4	0.286
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	20 s
Co	98 s

Esquema General

Fase φ 1, 2 y 3

Fase φ 4

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 56. Ciclo Optimo - Intersección número 7

CICLO OPTIMO SEMAFORICO		
Intersección número 7 (Av. De la Cultura – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre).		
Intervalo de Cambio de fase		
L	6.1	m
t	1	s
a	3.05	m/s ²
Amarillo	3	s
y	4	s
Máxima relación de flujo actual		
Y1	0.720	
y2	0.143	
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co		
L	9	s
Co	90	s

Esquema General

Fase 0 1

Fase 0 2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 57. Ciclo Optimo - Intersección número 8

CICLO OPTIMO SEMAFORICO		
Intersección número 8 (Av. De la Cultura – Av. Universitaria).		
Intervalo de Cambio de fase		
L	6.1	m
t	1	s
a	3.05	m/s ²
Amarillo	3	s
y	4	s
Máxima relación de flujo actual		
Y1	0.551	
y2	0.771	
y3	0.152	
y4	0.158	
y5	0.192	
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co		
L	25	s
Co	105	s

Esquema General

Fase 0 1, 2

Fase 0 3 y 4

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 58. Ciclo Optimo - Intersección número 9

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 9 (Av. De la Cultura – Av. Mariscal Gamarra).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.712
y2	0.726
y3	0.061
y4	0.077
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	20 s
Co	113 s

Esquema General

Fase ø 1, 2

Fase ø 3 y 4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 59. Ciclo Optimo - Intersección número 10

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 10 (Av. De la Cultura – Calle Retiro).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.433
y2	0.131
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	9 s
Co	53 s

Esquema General

Fase ø 1

Fase ø 2

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 60. Ciclo optimo - Intersección número 11

CICLO OPTIMO SEMAFORICO	
Intersección número 11 (Av. De la Cultura – Calle Huayna Capac).	
Intervalo de Cambio de fase	
L	6.1 m
t	1 s
a	3.05 m/s ²
Amarillo	3 s
y	4 s
Máxima relación de flujo actual	
Y1	0.493
y2	0.068
y3	0.354
Cálculo de la longitud del ciclo optimo: Co	
L	15 s
Co	53 s

Esquema General

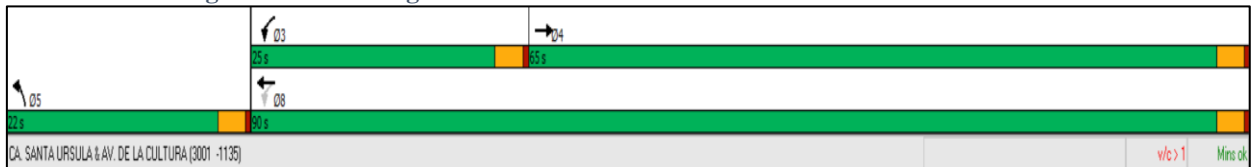
Fase 0 1, 2 y 3

Fase 0 4

Fuente: Elaboración propia.

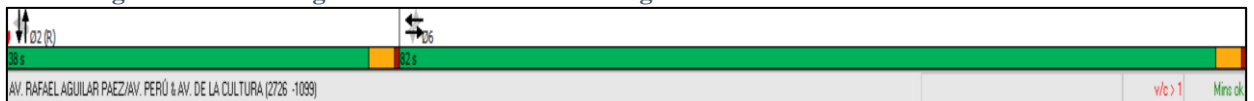
- Configuración Nema:

Figura N° 53. Configuración Nema Santa Úrsula – Av. de la Cultura



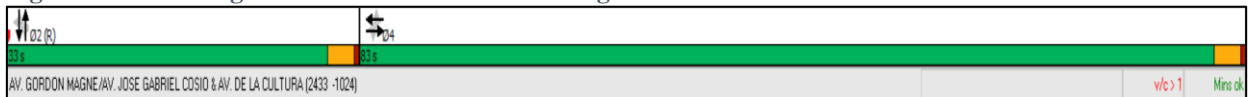
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 54. Configuración Nema Av. Rafael Aguilar – Av. Perú - Av. de la Cultura



Fuente: Elaboración propia.

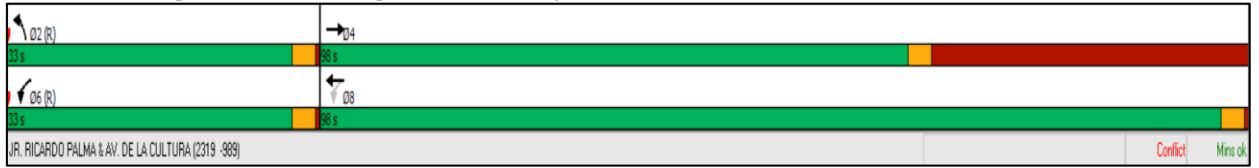
Figura N° 55. Configuración Nema av. Gordon Margen – av. José Gabriel Cosio - Av. de la Cultura



Fuente: Elaboración propia.

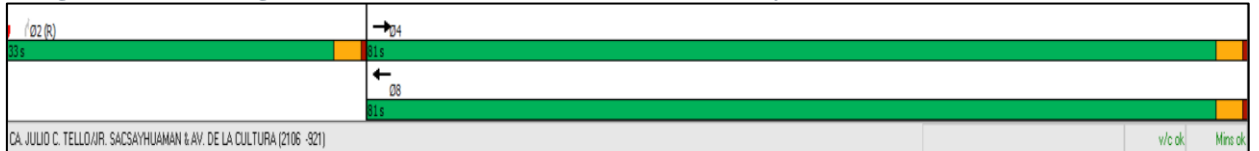


Figura N° 56. Configuración Nema jr. Ricardo Palma – Av. de La Cultura



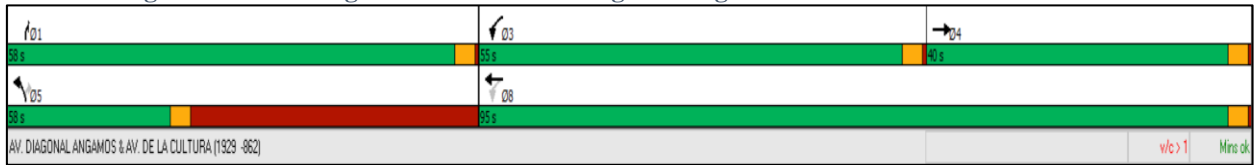
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 57. Configuración Nema Av. Julio C. Tello – Av. Sacsayhuaman - Av. de La Cultura



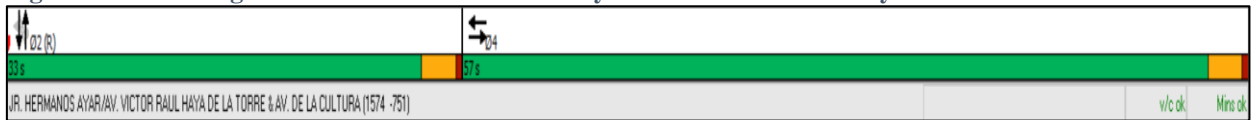
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 58. Configuración Nema Av. Diagonal Angamos – Av. de La Cultura



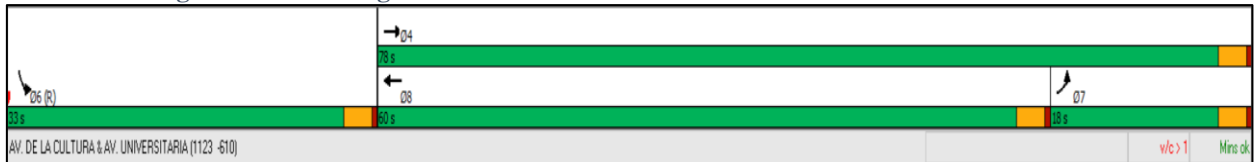
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 59. Configuración Nema Jr. Hermanos Ayar – Av. Victor Raul Haya - Av. de La Cultura



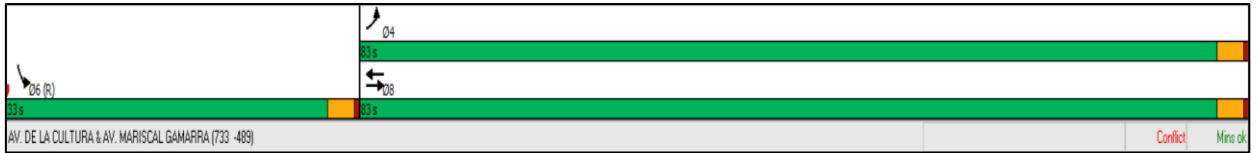
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 60. Configuración Nema Av. Universitaria – Av. de La Cultura



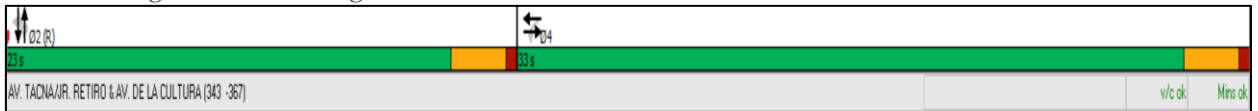
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 61. Configuración Nema Av. Mariscal Gamarra – Av. de la Cultura



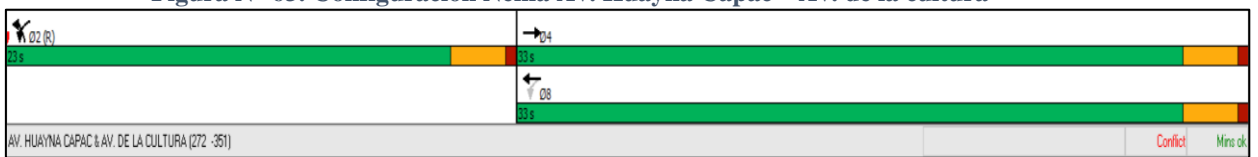
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 62. Configuración Nema Av. Tacna – Jr. Retiro - Av. de La Cultura



Fuente: Elaboración propia.

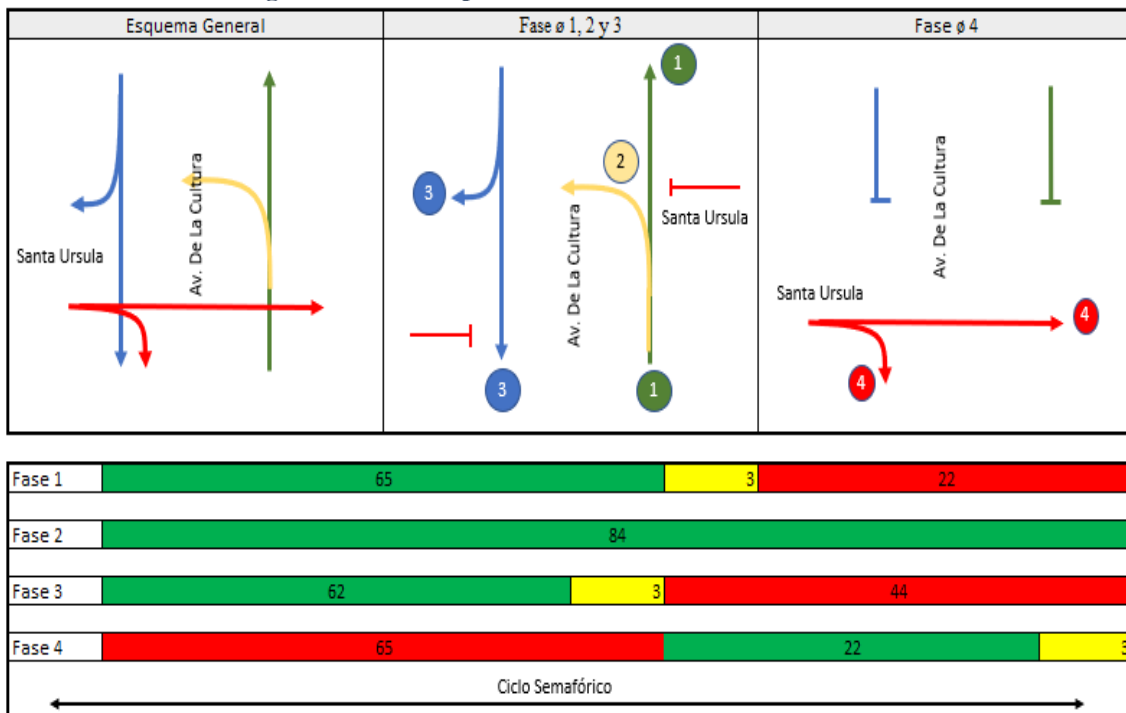
Figura N° 63. Configuración Nema Av. Huayna Capac – Av. de la cultura



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 1 (Av. De la Cultura – Calle Santa Úrsula). synchro

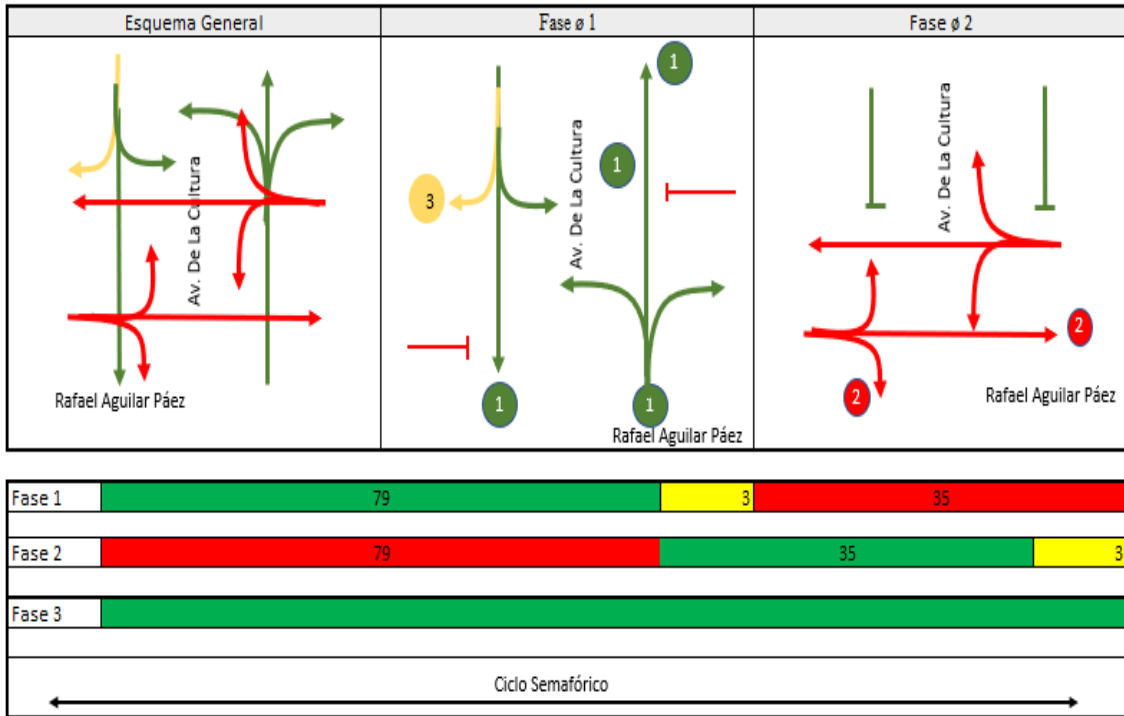
Figura N° 64. Tiempo semafórico - Intersección número 1



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 2 (Av. De la Cultura – Av. Rafael Aguilar Páez).

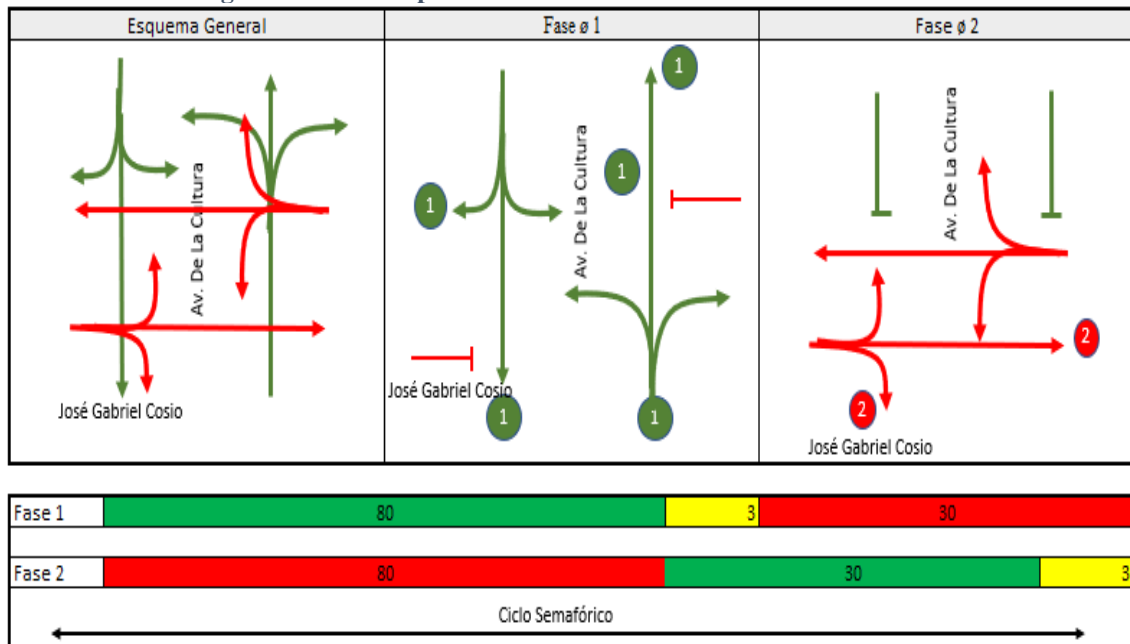
Figura N° 65. Tiempo semafórico - Intersección número 2



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 3 (Av. De la Cultura – Av. José Gabriel Cosiío).

Figura N° 66. Tiempo semafórico - Intersección número 3

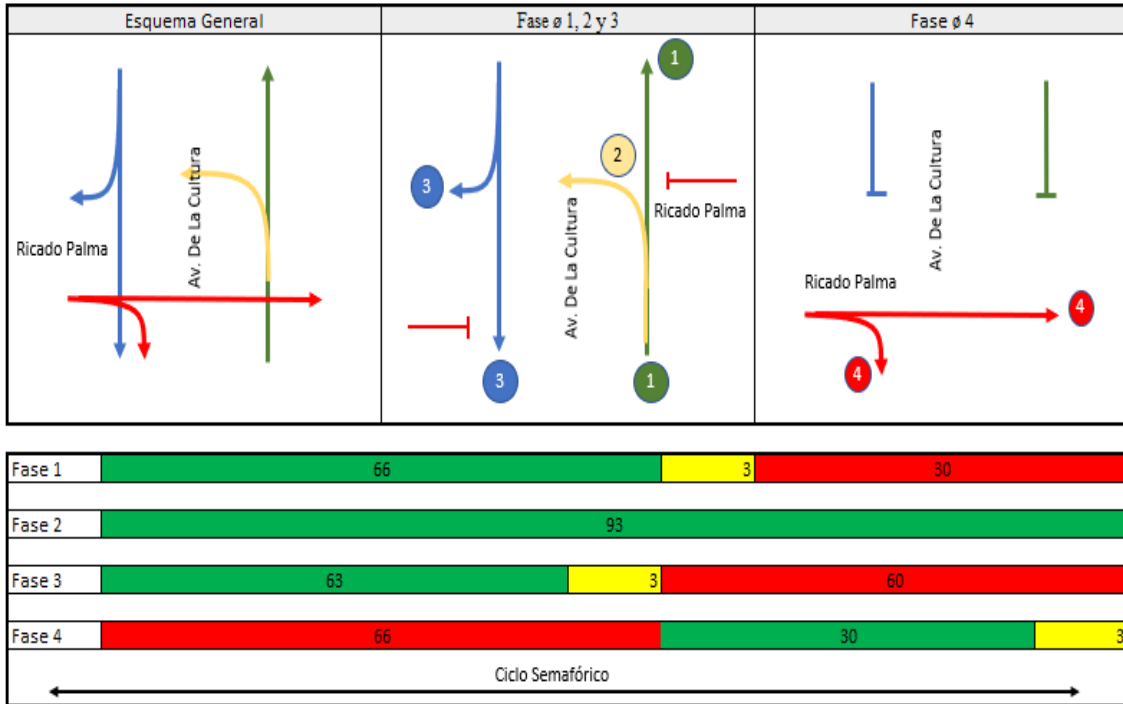


Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 4 (Av. De la Cultura – Av. Ricardo Palma).



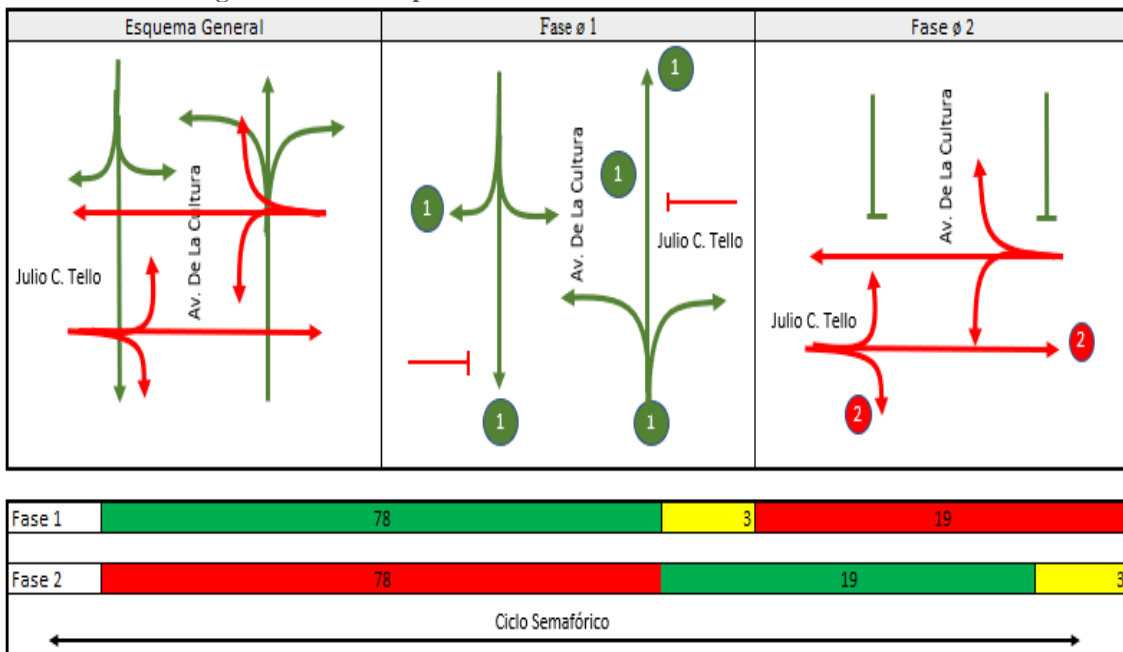
Figura N° 67. Tiempo semafórico - Intersección número 4



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 5 (Av. De la Cultura – Av. Julio C. Tello).

Figura N° 68. Tiempo semafórico - Intersección número 5

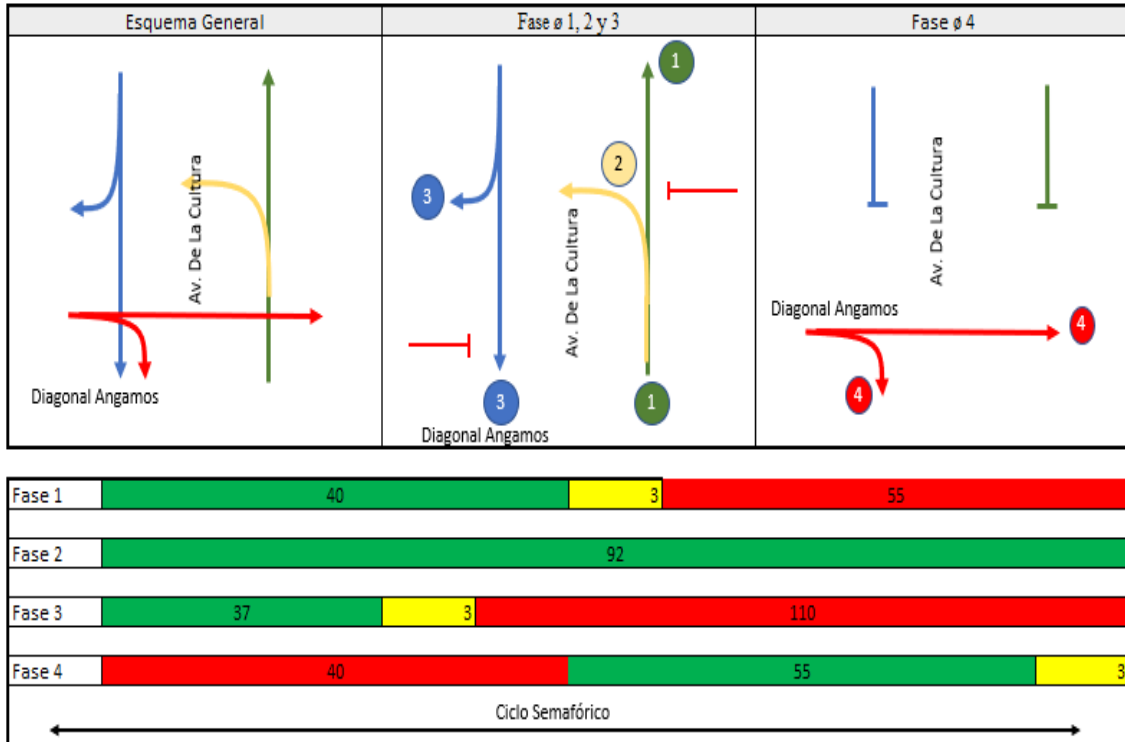


Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 6 (Av. De la Cultura – Av. Diagonal Angamos).



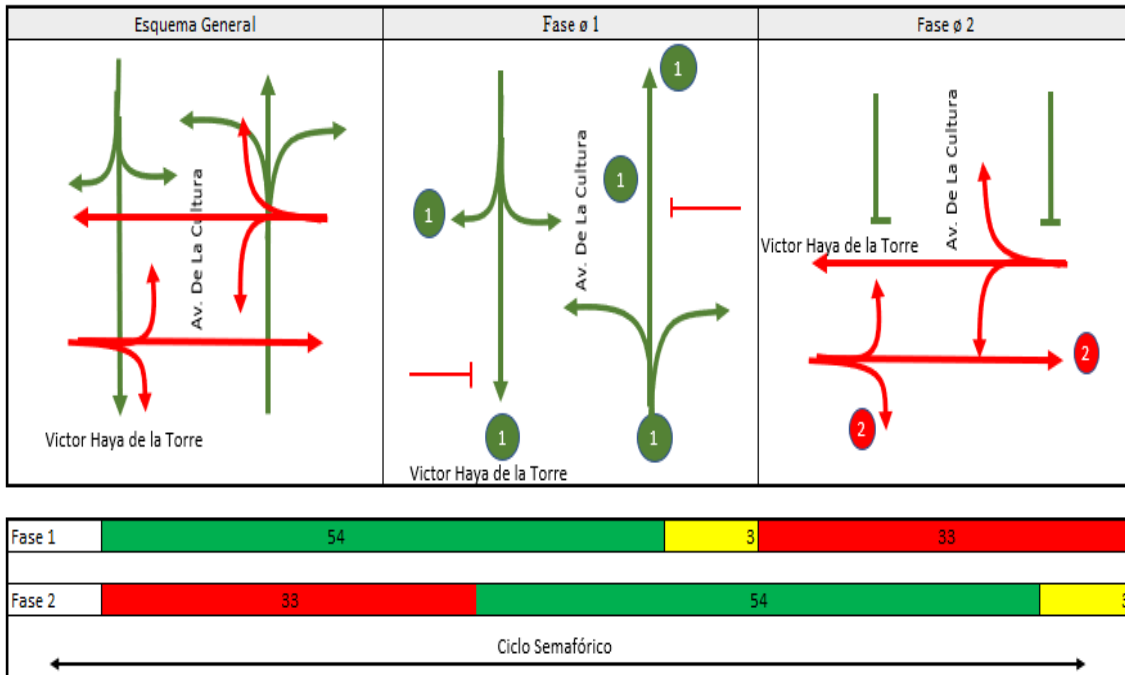
Figura N° 69. Tiempo semafórico - Intersección número 6



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 7 (Av. De la Cultura – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre).

Figura N° 70. Tiempo semafórico - Intersección número 7

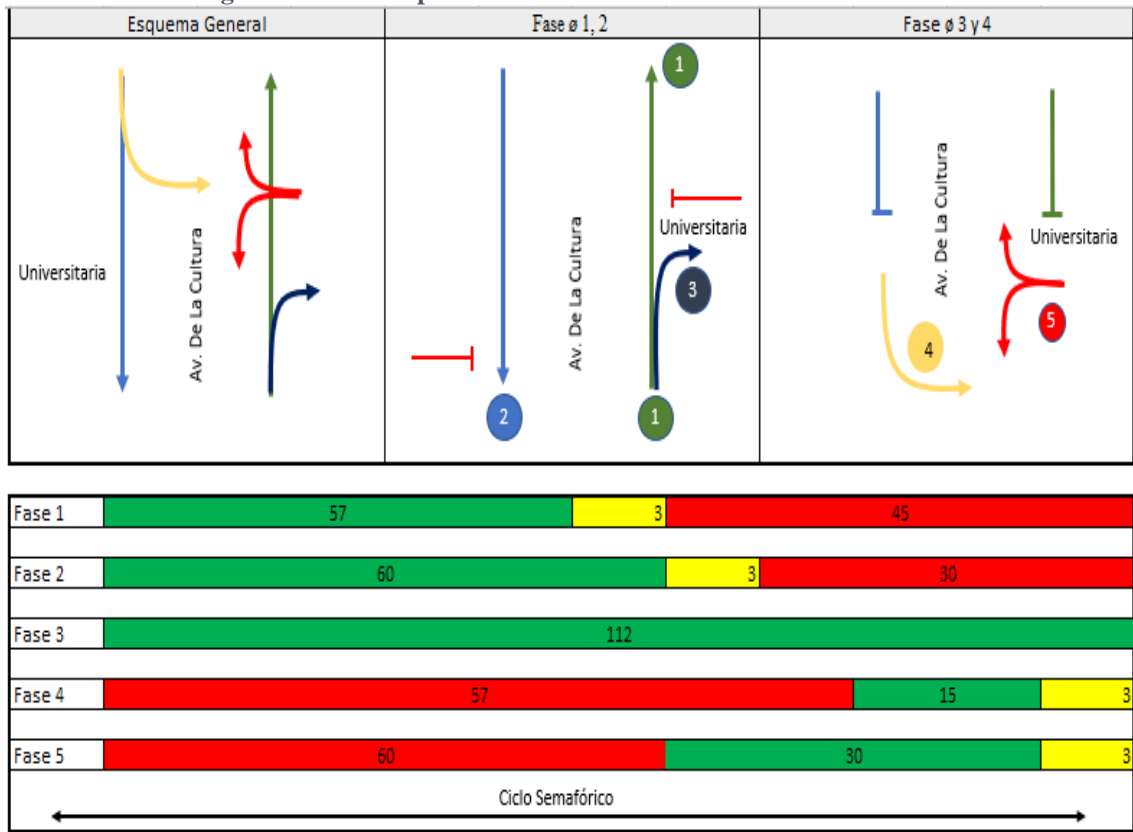


Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 8 (Av. De la Cultura – Av. Universitaria).

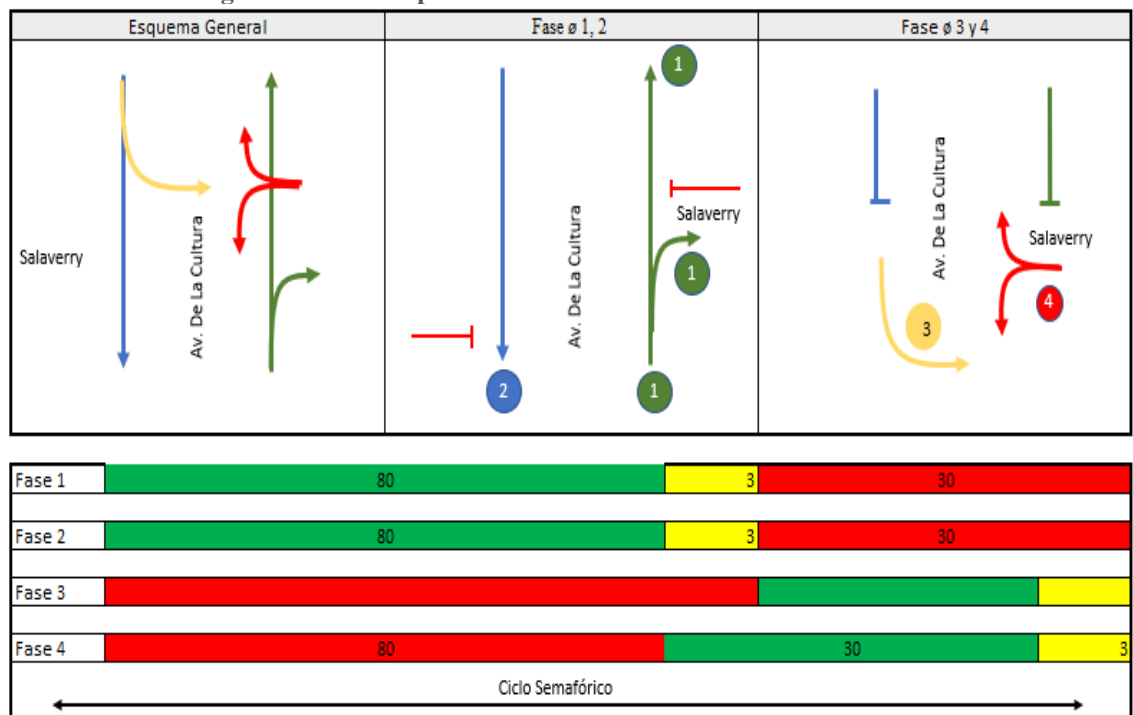
Figura N° 71. Tiempo semafórico - Intersección número 8



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 9 (Av. De la Cultura – Av. Mariscal Gamarra).

Figura N° 72. Tiempo semafórico - Intersección número 9

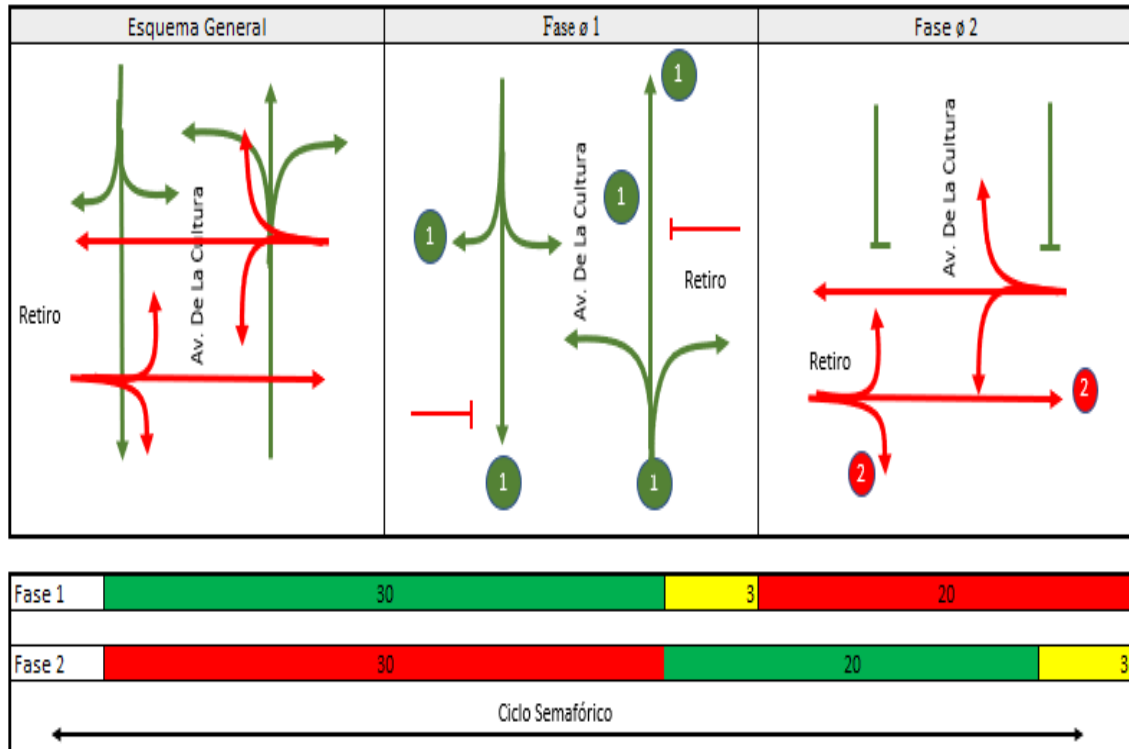


Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 10 (Av. De la Cultura – Calle Retiro).

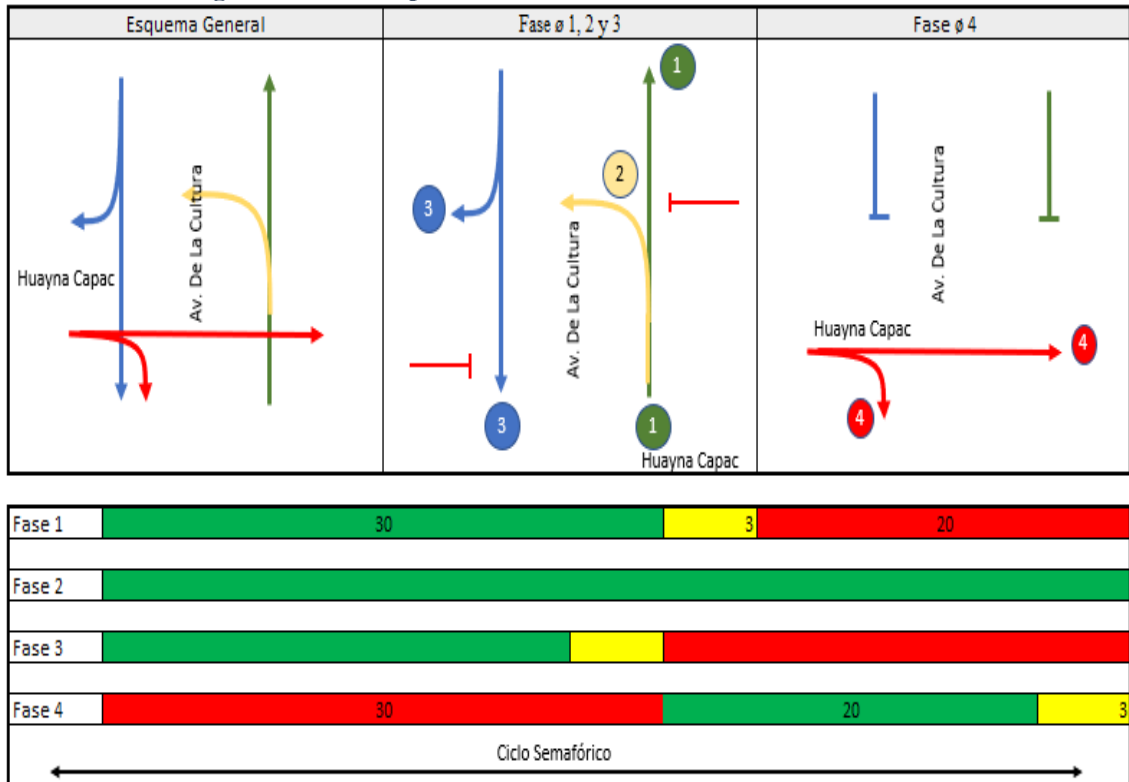
Figura N° 73. Tiempo semafórico - Intersección número 10



Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 11 (Av. De la Cultura – Calle Huayna Capac).

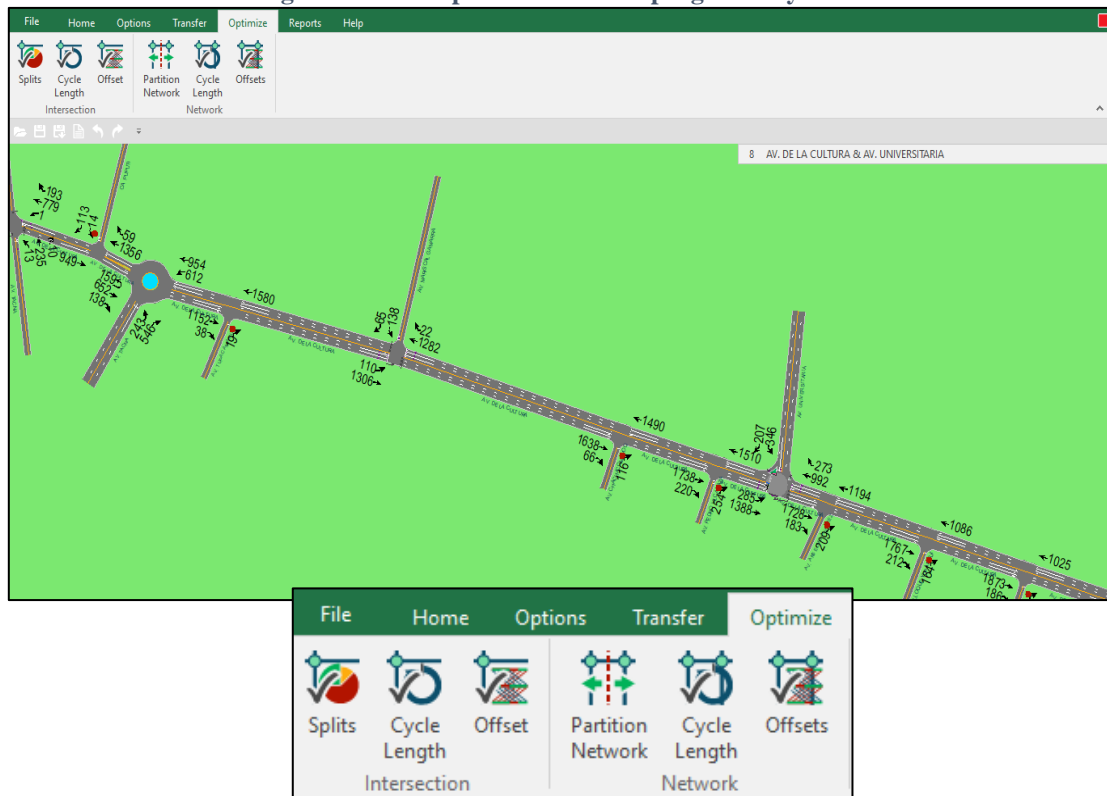
Figura N° 74. Tiempo semafórico - Intersección número 11



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la sincronización semafórica usando las herramientas que nos proporciona el synchro (Optimize). Se realizó la optimización analizando el diagrama espacio – tiempo donde se observa la progresión semafórica detallada en todo el tramo de estudio.

Figura N° 118. Optimización en el programa Synchro



Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.3 Tránsito a futuro

Para proyectar el tránsito se reemplazó en la ecuación número 9 los volúmenes de tránsito actual obtenidos en los aforos de cada intersección. La proyección se realizó para 20 años, para lo cual se recopiló información de INEI según los últimos datos de censos nacionales:

Tasa de Crecimiento x Región en %

Tabla N° 50. Tasa de Crecimiento

$r_{vp} =$	1.0	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	(para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$	5.72	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional	(para vehículos de carga)

Fuente: (INEI, 2017)



- Intersección número 1 (Av. De la Cultura – Calle Santa Úrsula).

Tabla N° 51. Proyección de Tráfico - Intersección número 1

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico											
	20		22		30		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
	10	13	19	23	341	368	1317	1406	1947	2079	46	53
Auto Particular	4	5.00	9.00	10.00	265.00	281.00	923.00	978.00	1416.00	1499.00	35.00	38.00
C. Rural	4	5.00	7.00	8.00	50.00	53.00	172.00	183.00	248.00	263.00	5.00	6.00
Microbus	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	146.00	155.00	176.00	187.00	0.00	0.00
Bus	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C. Camión 1E	0	0.00	1.00	2.00	7.00	13.00	11.00	21.00	19.00	36.00	2.00	4.00
Trayler	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Motos	2	3.00	2.00	3.00	19.00	21.00	65.00	69.00	88.00	94.00	4.00	5.00

Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 2 (Av. De la Cultura – Av. Rafael Aguilar Paez).

Tabla N° 62. Proyección de Tráfico - Intersección número 2

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico																					
	10		11		12		20		21		22		30		31		32		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
	90	100	84	91	83	89	136	148	65	72	54	60	23	26	1244	1327	32	37	59	65	208	225
Auto Particular	60	64	55	59	66	70	100	106	41	44	40	43	19	21	860	911	21	23	43	46	151	160
C. Rural	22	24	22	24	16	17	20	22	18	20	12	13	4	5	162	172	5	6	8	9	37	40
Microbus	0	0	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	143	152	0	0	0	0	6	7
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	3	6	0	0	0	0	2	4	1	2	1	2	0	0	9	17	1	2	1	2	3	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	5	6	7	8	1	2	8	9	5	6	1	2	0	0	70	75	5	6	7	8	11	12

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 3 (Av. De la Cultura – Av. José Gabriel Cosío).

Tabla N° 52. Proyección de Tráfico - Intersección número 3

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico																							
	10		11		12		20		21		22		30		31		32		40		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
	18	21	56	62	85	92	98	106	73	81	40	46	40	43	1281	1363	126	136	108	115	1639	1741	75	85
Auto Particular	8	9	23	25	74	79	79	84	25	27	22	24	17	18	917	971	76	81	64	68	1093	1158	40	43
C. Rural	6	7	17	18	8	9	9	10	39	42	12	13	17	18	149	158	34	36	32	34	310	329	21	23
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	148	157	0	0	0	0	171	182	1	2
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	2	4	0	0	1	2	1	2	2	4	0	0	7	13	2	4	0	0	3	6	3	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	4	5	14	15	3	4	9	10	6	7	4	5	6	7	60	64	14	15	12	13	62	66	10	11

Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 4 (Av. De la Cultura – Av. Ricardo Palma).

Tabla N° 53. Proyección de Tráfico - Intersección número 4

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico											
	20		22		30		31		41		42	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
	127	137	113	122	112	121	1646	1752	1702	1809	83	93
Auto Particular	96	102	64	68	68	72	1140	1207	1129	1196	48	51
C. Rural	20	22	39	42	25	27	245	260	322	341	21	23
Microbus	0	0	0	0	0	0	156	166	173	184	1	2
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	1	2	1	2	2	4	9	17	5	10	3	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	10	11	9	10	17	18	96	102	73	78	10	11

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 5 (Av. De la Cultura – Av. Julio C. Tello).

Tabla N° 54. Proyección de Tráfico - Intersección número 5

	Proyección de Tráfico									
	22		31		32		41		42	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
Tipo de Vehículo	90	98	1810	1929	67	73	1762	1872	2	4
Auto Particular	60	64	1253	1327	39	42	1148	1216	1	2
C. Rural	23	25	302	320	21	23	352	373	0	0
Microbus	0	0	163	173	0	0	170	180	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	1	2	14	26	0	0	7	13	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	6	7	78	83	7	8	85	90	1	2

Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 6 (Av. De la Cultura – Av. Diagonal Angamos).

Tabla N° 55. Proyección de Tráfico - Intersección número 6

	Proyección de Tráfico											
	20		22		30		31		41		42	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
Tipo de Vehículo	154	167	473	508	743	797	1173	1250	1345	1432	162	174
Auto Particular	109	116	328	348	539	571	841	891	893	946	127	135
C. Rural	35	38	89	95	126	134	161	171	248	263	30	32
Microbus	0	0	22	24	18	20	122	130	149	158	0	0
Bus	0	0	5	6	21	23	1	2	5	6	0	0
C. Camión 1E	2	4	4	8	9	17	5	10	6	12	1	2
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	8	9	25	27	30	32	43	46	44	47	4	5

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 7 (Av. De la Cultura – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre).

Tabla N° 56. Proyección de Tráfico - Intersección número 7

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico																			
	10		11		12		20		21		22		31		32		41		42	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
Tipo de Vehículo	99	107	215	230	42	47	133	144	166	177	240	257	1089	1160	251	269	1204	1279	229	245
Auto Particular	87	93	152	161	35	38	83	88	135	143	188	200	764	809	189	201	847	897	185	224
C. Rural	10	11	34	36	6	7	11	12	16	17	36	39	159	169	35	38	160	170	25	27
Microbus	0	0	17	18	0	0	35	38	0	0	11	12	116	123	14	15	150	159	17	18
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0
C. Camión 1E	0	0	2	4	1	2	1	2	1	2	0	0	6	12	1	2	2	4	1	2
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	2	3	10	11	0	0	3	4	14	15	5	6	44	47	12	13	43	46	1	2

Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 8 (Av. De la Cultura – Av. Universitaria).

Tabla N° 57. Proyección de Tráfico - Intersección número 8

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico											
	10		12		31		32		40		41	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
Tipo de Vehículo	332	358	202	218	909	969	261	281	272	290	1302	1382
Auto Particular	228	242	176	187	680	720	194	206	204	216	1023	1083
C. Rural	70	75	18	20	86	92	55	59	61	65	134	142
Microbus	9	10	3	4	125	133	2	3	0	0	119	126
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	4
C. Camión 1E	4	8	1	2	4	8	2	4	1	2	2	4
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	21	23	4	5	13	14	8	9	6	7	21	23

Fuente: Elaboración propia



- Intersección número 9 (Av. De la Cultura – Av. Mariscal Gamarra).

Tabla N° 58. Proyección de Tráfico - Intersección número 9

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico											
	10		12		31		32		40		41	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
	136	146	65	70	1185	1264	21	24	107	114	1223	1300
Auto Particular	113	120	51	54	834	883	18	20	64	68	911	965
C. Rural	19	21	10	11	161	171	3	4	17	18	146	155
Microbus	0	0	0	0	141	150	0	0	14	15	127	135
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	3
C. Camión 1E	0	0	0	0	8	15	0	0	0	0	2	4
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	4	5	4	5	40	43	0	0	12	13	35	38

Fuente: Elaboración propia.

- Intersección número 10 (Av. De la Cultura – Calle Retiro).

Tabla N° 59. Proyección de Tráfico - Intersección número 10

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico																					
	10		11		12		20		21		22		30		31		32		41		42	
	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20	Año base	Año 20
	39	43	136	148	111	120	12	15	224	242	9	11	1	2	703	749	181	195	436	464	48	53
Auto Particular	27	29	99	105	65	69	6	7	148	157	5	6	1	2	462	490	131	139	218	231	39	42
C. Rural	9	10	23	25	16	17	5	6	34	36	4	5	0	0	78	83	20	22	63	67	6	7
Microbus	0	0	6	7	25	27	0	0	13	14	0	0	0	0	136	144	21	23	131	139	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	2	4	1	2	0	0	4	8	0	0	0	0	2	4	1	2	1	2	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	3	4	6	7	4	5	1	2	25	27	0	0	0	0	24	26	8	9	23	25	3	4

Fuente: Elaboración propia.



- Intersección número 11 (Av. De la Cultura – Calle Huayna Capac).

Tabla N° 60. Proyección de Tráfico - Intersección número 11

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico											
	20		22		30		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	2	3	17	20	116	125	796	848	568	604	58	65
Auto Particular	2	3	11	12	75	80	505	535	343	364	42	45
C. Rural	0	0	1	2	27	29	92	98	73	78	6	7
Microbus	0	0	5	6	5	6	165	175	131	139	6	7
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	0	0	0	0	4	8	0	0	1	2
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	0	0	0	0	9	10	30	32	21	23	3	4

Fuente: Elaboración propia.

- Intersección A: Av. De La Cultura – Av. Camino Real.

Tabla N° 61. Proyección de Tráfico - Intersección A

Tipo de Vehículo	12		31		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	367	440	1443	1580	2145	2376
Auto Particular	336	406	911	1101	1343	1623
C. Rural	18	22	166	201	279	338
Microbus	3	4	205	248	280	339
Bus	0	0	1	2	3	4
C. Camión 1E	1	3	4	12	4	12
Trayler	0	0	0	0	0	0
Motos	4	5	13	16	49	60

Fuente: Elaboración propia



- Intersección B: Av. De La Cultura – Av. Cerveceros.

Tabla N° 62. Proyección de Tráfico - Intersección B

	22		31		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	84	103	1324	1469	1735	1953
Auto Particular	41	50	730	882	1088	1315
C. Rural	30	37	153	185	283	342
Microbus	0	0	232	281	164	199
Bus	0	0	0	0	1	2
C. Camión 1E	1	3	13	38	11	32
Trayler	0	0	0	0	0	0
Motos	10	13	68	83	52	63

Fuente: Elaboración propia

- Intersección C: Av. De La Cultura – Av. Alfredo Yopez Miranda.

Tabla N° 63. Proyección de Tráfico - Intersección C

	12		31		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	32	40	1082	1194	1713	1933
Auto Particular	20	25	607	734	1152	1392
C. Rural	9	11	252	305	265	321
Microbus	0	0	88	107	139	168
Bus	0	0	1	2	2	3
C. Camión 1E	0	0	8	24	2	6
Trayler	0	0	0	0	0	0
Motos	3	4	18	22	35	43

Fuente: Elaboración propia



- Intersección D: Av. De La Cultura – Psje Gudiel Torres.

Tabla N° 64. Proyección de Tráfico - Intersección D

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	97	116	1130	1235	1696	1906	84	102
Auto Particular	49	60	538	650	1049	1268	54	66
C. Rural	32	39	151	183	283	342	22	27
Microbus	0	0	232	281	164	199	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	2	6	13	38	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	9	11	68	83	52	63	7	9

Fuente: Elaboración propia

- Intersección E: Av. De La Cultura – Av. Humberto Vidal Unda.

Tabla N° 65. Proyección de Tráfico - Intersección E

Tipo de Vehículo	12		31		32		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	51	63	1398	1541	49	56	1805	2044
Auto Particular	35	43	746	902	30	37	1244	1503
C. Rural	12	15	332	402	15	19	265	321
Microbus	0	0	134	162	0	0	139	168
Bus	0	0	1	2	0	0	2	3
C. Camión 1E	0	0	8	24	0	0	2	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	4	5	40	49	0	0	35	43

Fuente: Elaboración propia



- Intersección F: Av. De La Cultura – Calle Roberto Acosta.

Tabla N° 66. Proyección de Tráfico - Intersección F

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	122	142	1790	1994	1814	2024	85	103
Auto Particular	63	77	1022	1235	1086	1313	55	67
C. Rural	43	52	318	385	350	423	22	27
Microbus	0	0	214	259	162	196	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	1	3	11	32	12	35	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	8	10	68	83	45	55	7	9

Fuente: Elaboración propia

- Intersección G: Av. De La Cultura – Jirón David Chaparro.

Tabla N° 67. Proyección de Tráfico - Intersección G

Tipo de Vehículo	12		31		32		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	68	83	1736	1942	75	87	1923	2187
Auto Particular	52	63	1056	1276	54	66	1362	1646
C. Rural	12	15	355	429	17	21	265	321
Microbus	0	0	134	162	0	0	139	168
Bus	0	0	1	2	0	0	2	3
C. Camión 1E	0	0	8	24	0	0	2	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	4	5	40	49	0	0	35	43

Fuente: Elaboración propia



- Intersección H: Av. De La Cultura – Calle Abraham Valdelomar.

Tabla N° 68. Proyección de Tráfico - Intersección H

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	282	322	1895	2130	1734	1944	236	275
Auto Particular	136	165	1216	1470	1085	1311	123	149
C. Rural	103	125	316	382	293	354	86	104
Microbus	0	0	172	208	162	196	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	5	15	4	12	9	26	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	14	17	48	58	45	55	18	22

Fuente: Elaboración propia

- Intersección I: Av. De La Cultura – Calle José Carlos Mariátegui.

Tabla N° 69. Proyección de Tráfico - Intersección I

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	182	234	1996	2181	1860	2076	285	361
Auto Particular	98	119	1154	1395	1136	1373	148	179
C. Rural	58	71	291	352	331	400	95	115
Microbus	0	0	302	365	177	214	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	4	12	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	36	44	47	57	45	55	55	67

Fuente: Elaboración propia



- Intersección J: Av. De La Cultura – Av. Machupicchu.

Tabla N° 70. Proyección de Tráfico - Intersección J

Tipo de Vehículo	10		12		31		40		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	131	160	67	82	2179	2412	156	183	1759	2009
Auto Particular	107	130	51	62	1231	1488	104	126	1292	1561
C. Rural	18	22	12	15	561	678	18	22	180	218
Microbus	0	0	0	0	141	171	17	21	147	178
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0	2	3
C. Camión 1E	0	0	0	0	8	24	0	0	2	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	6	8	4	5	40	49	11	14	35	43

Fuente: Elaboración propia

- Intersección K: Av. De La Cultura – Calle Manzanares – Calle Gutiérrez.

Tabla N° 71. Proyección de Tráfico - Intersección K

Tipo de Vehículo	Proyección de Tráfico											
	12		22		31		32		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	196	215	33	37	1554	1764	193	223	1555	1751	44	56
Auto Particular	105	127	19	23	1123	1357	131	159	1035	1251	36	44
C. Rural	28	34	11	14	118	143	20	25	173	210	6	8
Microbus	33	40	0	0	176	213	21	26	191	231	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	2	6	0	0	2	6	1	3	1	3	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	6	8	0	0	35	43	8	10	46	56	3	4

Fuente: Elaboración propia



- Intersección L: Av. De La Cultura – Calle Tambo Waqso.

Tabla N° 72. Proyección de Tráfico - Intersección L

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	83	102	1610	1808	1542	1743	73	88
Auto Particular	38	46	987	1193	993	1200	43	52
C. Rural	29	36	176	213	233	282	22	27
Microbus	0	0	232	281	142	172	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	2	6	13	38	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	11	14	68	83	45	55	7	9

Fuente: Elaboración propia

- Intersección M: Av. De La Cultura – Calle M. Carrasco.

Tabla N° 73. Proyección de Tráfico - Intersección M

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	140	164	1516	1721	1527	1711	71	86
Auto Particular	65	79	1027	1241	954	1153	41	50
C. Rural	53	65	116	141	216	261	22	27
Microbus	0	0	202	245	172	208	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	2	6	9	26	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	11	14	56	68	45	55	7	9

Fuente: Elaboración propia



- Intersección N: Av. De La Cultura – Calle Del Solar.

Tabla N° 74. Proyección de Tráfico - Intersección N

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	177	215	1011	1139	1870	2086	164	198
Auto Particular	110	133	650	786	1137	1374	97	118
C. Rural	49	60	64	78	338	409	50	61
Microbus	0	0	172	208	177	214	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	3	9	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	18	22	48	58	45	55	15	19

Fuente: Elaboración propia

- Intersección Ñ: Av. De La Cultura – Jr Cahuide.

Tabla N° 75. Proyección de Tráfico - Intersección Ñ

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	168	211	1025	1156	1873	2090	186	234
Auto Particular	84	102	664	803	1140	1378	136	165
C. Rural	59	72	64	78	338	409	34	42
Microbus	0	0	172	208	177	214	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	0	0	3	9	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	30	37	48	58	45	55	22	27

Fuente: Elaboración propia



- Intersección O: Av. De La Cultura – Calle Lloque Yupanqui.

Tabla N° 76. Proyección de Tráfico - Intersección O

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	164	196	1086	1225	1767	1984	212	262
Auto Particular	84	102	707	855	1113	1345	109	132
C. Rural	42	51	76	92	293	354	74	90
Microbus	0	0	172	208	162	196	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	9	26	4	12	11	32	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	14	17	48	58	45	55	33	40

Fuente: Elaboración propia

- Intersección P: Av. De La Cultura – Av. Anselmo Alvarez.

Tabla N° 77. Proyección de Tráfico - Intersección P

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	209	254	1194	1359	1728	1940	183	230
Auto Particular	138	167	780	943	1084	1310	112	136
C. Rural	46	56	82	100	283	342	50	61
Microbus	0	0	183	222	162	196	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	3	9	7	21	12	35	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	18	22	60	73	45	55	27	33

Fuente: Elaboración propia



- Intersección Q: Av. De La Cultura – Av. Pedro Vilca Apaza.

Tabla N° 78. Proyección de Tráfico - Intersección Q

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	254	307	1510	1747	1738	1952	220	247
Auto Particular	120	145	1124	1358	1095	1323	108	131
C. Rural	62	75	60	73	283	342	88	107
Microbus	0	0	182	220	161	195	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	19	55	7	21	12	35	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	26	32	62	75	45	55	7	9

Fuente: Elaboración propia

- Intersección R: Av. De La Cultura – Av. Chachacomayoq.

Tabla N° 79. Proyección de Tráfico - Intersección R

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	116	137	1490	1723	1638	1832	66	83
Auto Particular	64	78	1104	1334	995	1203	44	54
C. Rural	37	45	60	73	283	342	16	20
Microbus	0	0	182	220	161	195	0	0
Bus	0	0	0	0	1	2	0	0
C. Camión 1E	1	3	7	21	12	35	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	9	11	62	75	45	55	7	9

Fuente: Elaboración propia



- Intersección S: Av. De La Cultura – Calle Tupac Amaru.

Tabla N° 80. Proyección de Tráfico - Intersección S

Tipo de Vehículo	22		31		41		42	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	19	28	1580	1819	1152	1298	38	49
Auto Particular	10	13	1037	1253	669	809	26	32
C. Rural	6	8	192	232	201	243	5	7
Microbus	0	0	165	200	116	141	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	0	0	11	32	17	49	2	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	5	7	84	102	46	56	3	4

Fuente: Elaboración propia

- Intersección T: Av. De La Cultura – Av. Huáscar.

Tabla N° 81. Proyección de Tráfico - Intersección T

Tipo de Vehículo	22		30		31		41		41	
	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20	Año Actual	Año 20
Tipo de Vehículo	49	59	159	199	751	868	811	925	39	50
Auto Particular	25	31	100	121	497	601	484	585	26	32
C. Rural	15	19	28	34	85	103	130	158	5	7
Microbus	0	0	0	0	72	87	76	92	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Camión 1E	2	6	7	21	11	32	15	44	2	6
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motos	2	3	19	23	37	45	38	46	4	5

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Características geométricas

- Equipos y Herramientas Utilizados.

Para realizar la toma de datos se realizó un inventario vial, para lo cual se utilizó un GPS y wincha, así como conos viales y cintas de seguridad para la respectiva señalización.

- Procedimiento

Según el manual de inventarios viales primero se determina el punto inicial interceptando el eje del carril, luego con el GPS navegador se tomó las coordenadas.

Figura N° 75. Punto Inicial



Fuente: Elaboración Propia

Con el GPS se tomó las coordenadas de los puntos notables

Figura N° 76. Toma de datos en el GPS en la Intersección Magisterio – Av. de la Cultura



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 77. Toma de datos en el GPS en la Intersección Magisterio Av. Julio C. Tello – Av. de la Cultura



Fuente: Elaboración Propia

Luego al finalizar se tomó las coordenadas del punto final, el punto final es donde se ubica el término del tramo de estudio.

Figura N° 78. Punto Final



Fuente: Elaboración Propia

Se midió también el ancho de vía (calzada), ya que estos datos se necesitaban para poner el Synchro para que la simulación sea más real, así como también ancho de ciclovía para reducir en el ancho de vía total.



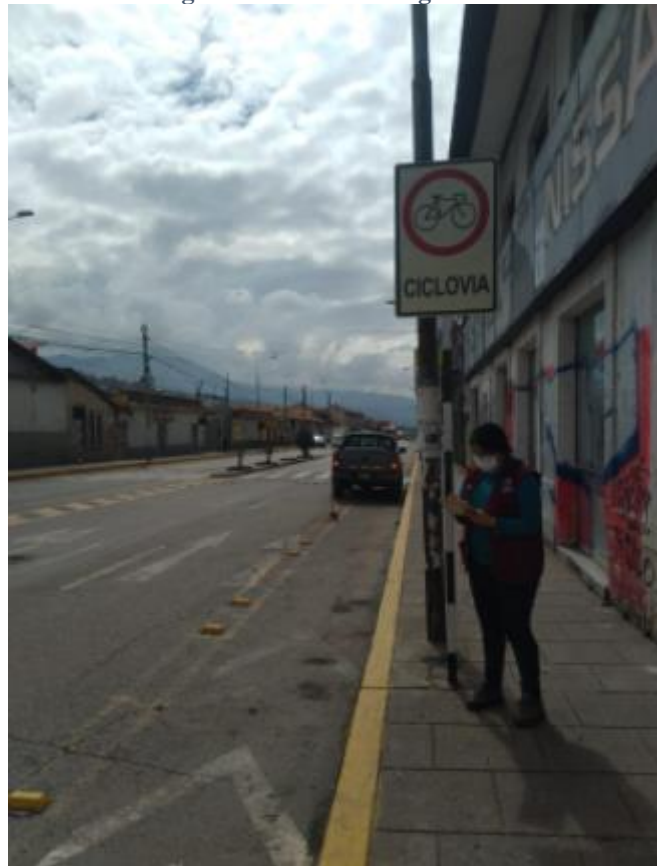
Figura N° 79. Ancho de calzada



Fuente: Elaboración Propia

Se recolecto datos también en cuanto a señalización horizontal y vertical y también observar la condición en el que se encuentran dichas señales.

Figura N° 80. Señal Reguladora



Fuente: Elaboración Propia



3.5.2.1 Toma de Datos

Tabla N° 82. Datos Generales Inventario Vial

INVENTARIO VIAL			
1.0 Datos Generales:			
Ubicación Política:			
Distrito(s):	<input type="text" value="WANCHAQ - CUSCO"/>		
Provincia(s):	<input type="text" value="CUSCO"/>		
Departamento:	<input type="text" value="CUSCO"/>		
Ubicación Geográfica:			
Inicio:			
Progresiva:	<input type="text" value="0+000"/>		
Cota:	<input type="text" value="3325"/>	m.s.n.m.	
Coordenada:	<input type="text" value="8502571"/>	<input type="text" value="0181586"/>	
Fin:			
Progresiva:	<input type="text" value="3+440"/>		
Cota:	<input type="text" value="3402"/>	m.s.n.m.	
Coordenada:	<input type="text" value="8503395"/>	<input type="text" value="0178265"/>	
Clasificación del Camino (ruta):			<input type="text" value="AVENIDA"/>
Tiempo promedio de recorrido vehicular en el tramo:		<input type="text" value="0.4"/>	Horas
Velocidad promedio:		<input type="text" value="30"/>	km/h
INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS:			
<i>Progresiva</i>	<i>Coordenadas</i>		
	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Cota</i>
0+180	8502595	181404	3335
0+480	8502633	181107	3342
0+780	8502709	180816	3348
0+910	8502737	180678	3352
1+140	8502792	180462	3348
1+340	8502858	180285	3350
1+730	8502968	179902	3358
2+230	8503103	179439	3371
2+260	8503230	179041	3386
3+050	8503939	178640	3392
3+140	8503366	178541	3396

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 83. Topografía – Carril de Subida

Topografía						
SUBIDA						
Tipo de terreno		Plano: P	Ondulado: O	Accidentado: A		Escarpado: E
Progresiva		Tipo de Terreno	Ancho Superf. Rodadura	Pendiente %		Foto*
Del Km	Al Km			Máx.	Mín.	Nº
0+000	0+140	O	7.50	6.70%	2.90%	7
0+140	0+160	O	9.00	2.50%	2.10%	7
0+160	2+500	O	10.50	4.60%	-1.80%	7
2+500	2+670	O	10.00	4.60%	2.50%	7
2+670	2+760	O	11.50	3.50%	1.20%	7
2+760	2+800	O	10.00	2.10%	0.80%	7
2+800	2+970	O	9.00	1.90%	4.40%	7
2+970	3+140	O	7.50	3.00%	1.70%	7
3+140	3+440	O	7.00	2.30%	1.20%	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 84. Topografía – Carril de Bajada

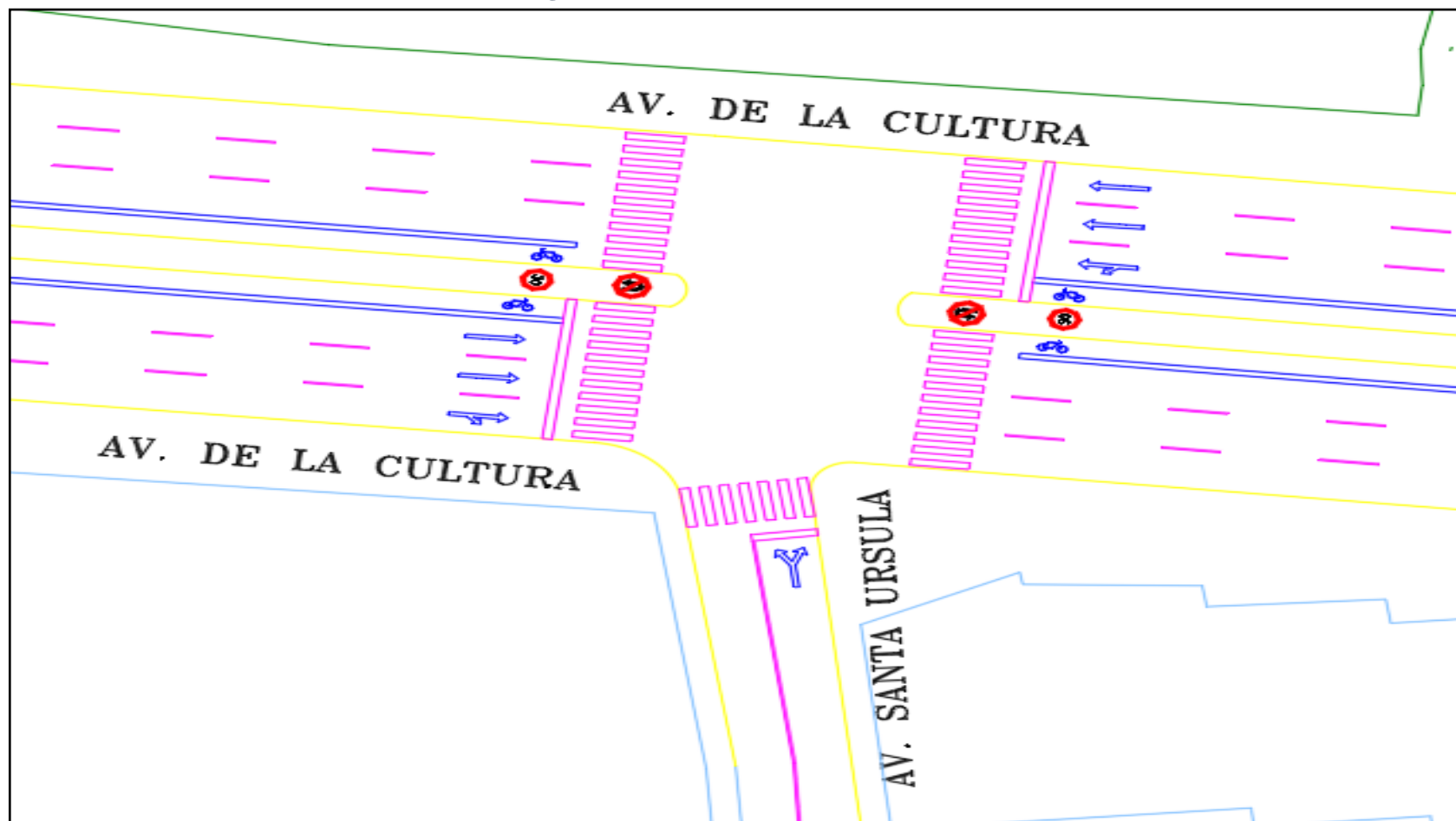
Topografía						
BAJADA						
Tipo de terreno		Plano: P	Ondulado: O	Accidentado: A		Escarpado: E
Progresiva		Tipo de Terreno	Ancho Superf. Rodadura	Pendiente %		Foto*
Del Km	Al Km			Máx.	Mín.	
0+000	1+150	O	10.50	6.70%	-1.80%	
1+150	1+340	O	11.00	2.50%	-0.30%	
1+340	1+950	O	10.50	4.30%	-0.70%	
1+950	2+640	O	10.00	4.90%	1.20%	
2+640	2+840	O	9.00	3.80%	0.80%	
2+840	2+960	O	7.00	4.20%	2.00%	
2+960	3+040	O	8.00	3.00%	1.70%	
3+040	3+060	O	7.50	2.50%	2.00%	
3+060	3+440	O	7.00	2.70%	1.20%	

Fuente: Elaboración propia.



- Señalización:

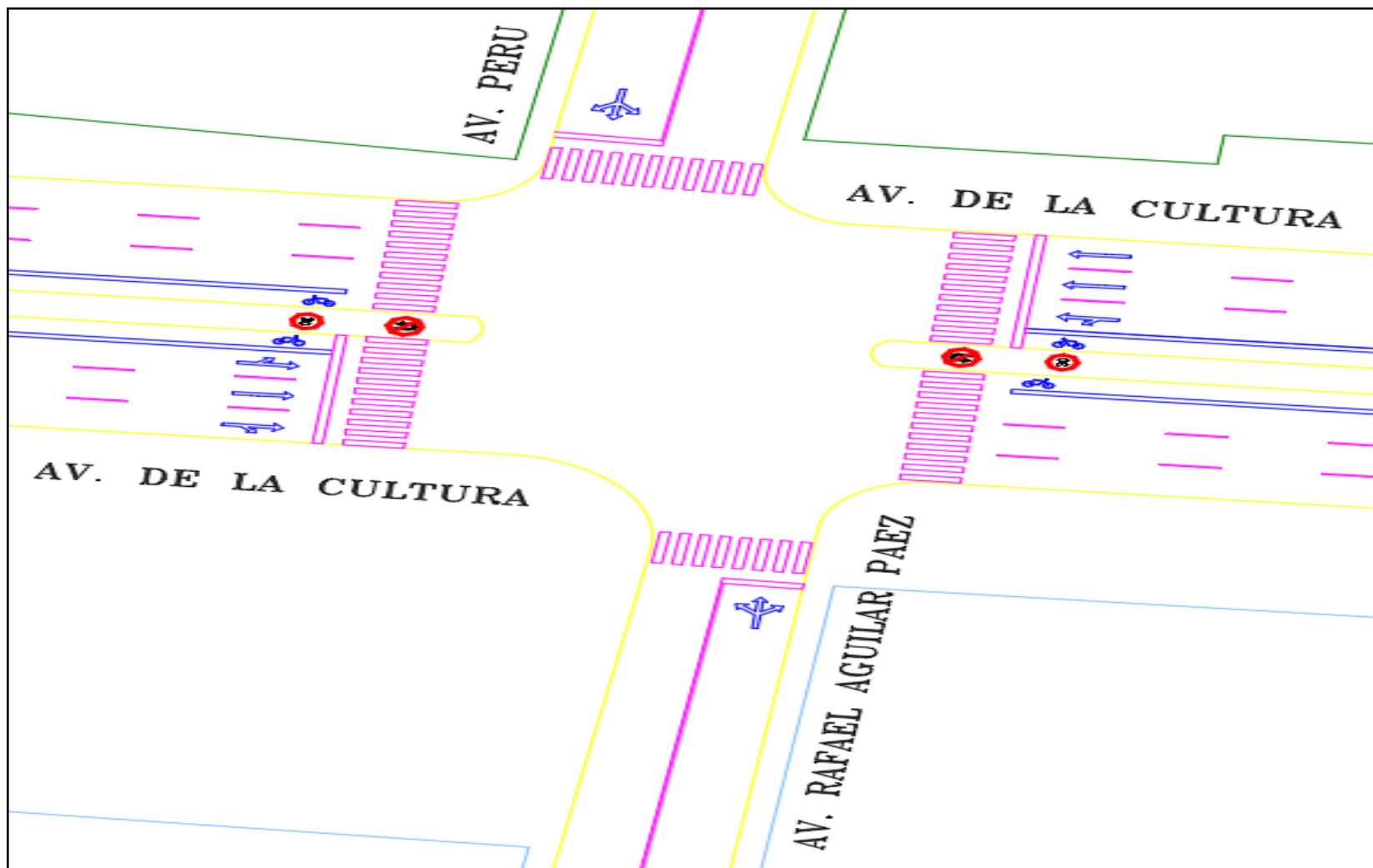
Figura N° 81. Señalización en intersección 1



Fuente: Elaboración propia



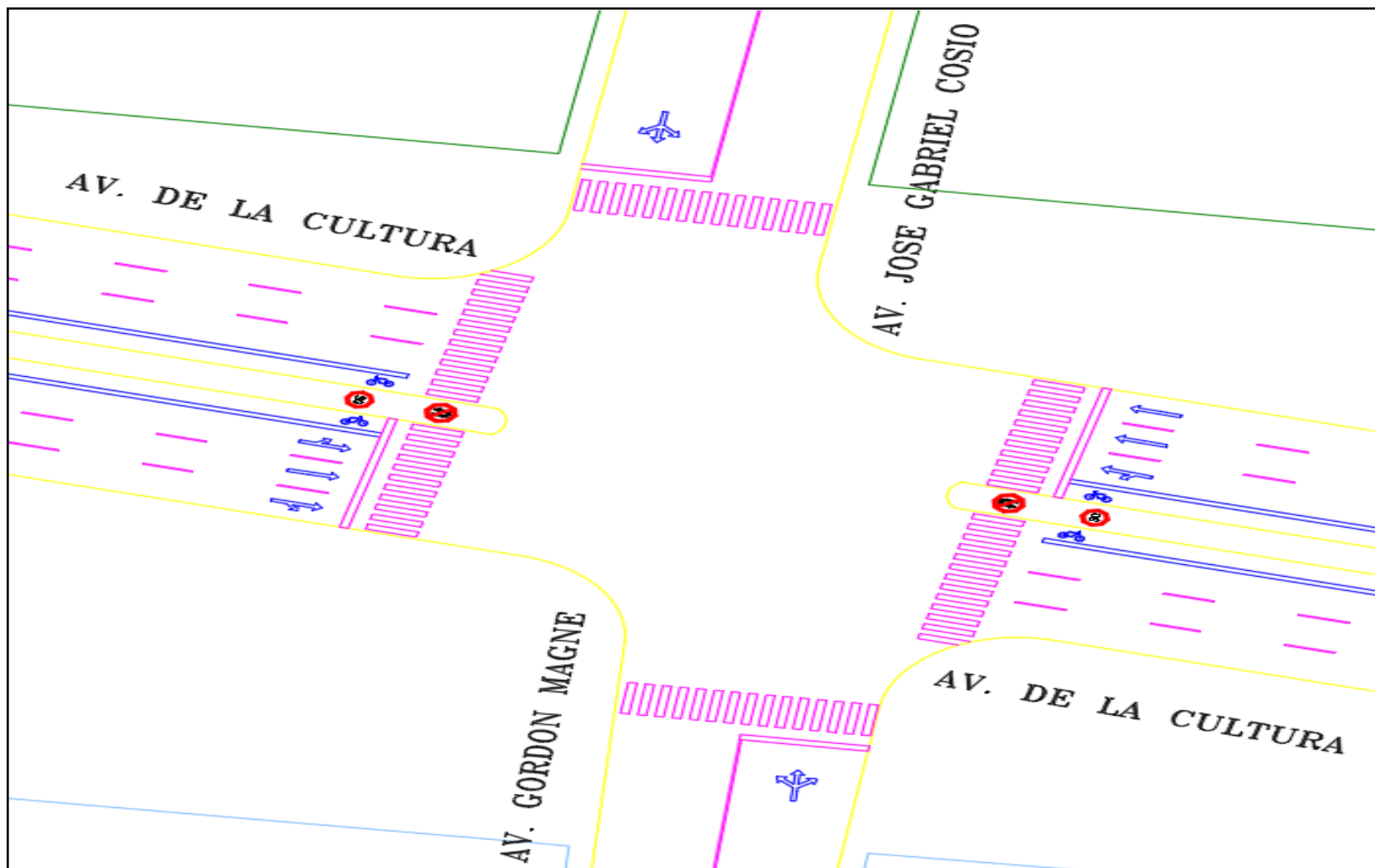
Figura N° 82. Señalización en intersección 2



Fuente: Elaboración propia



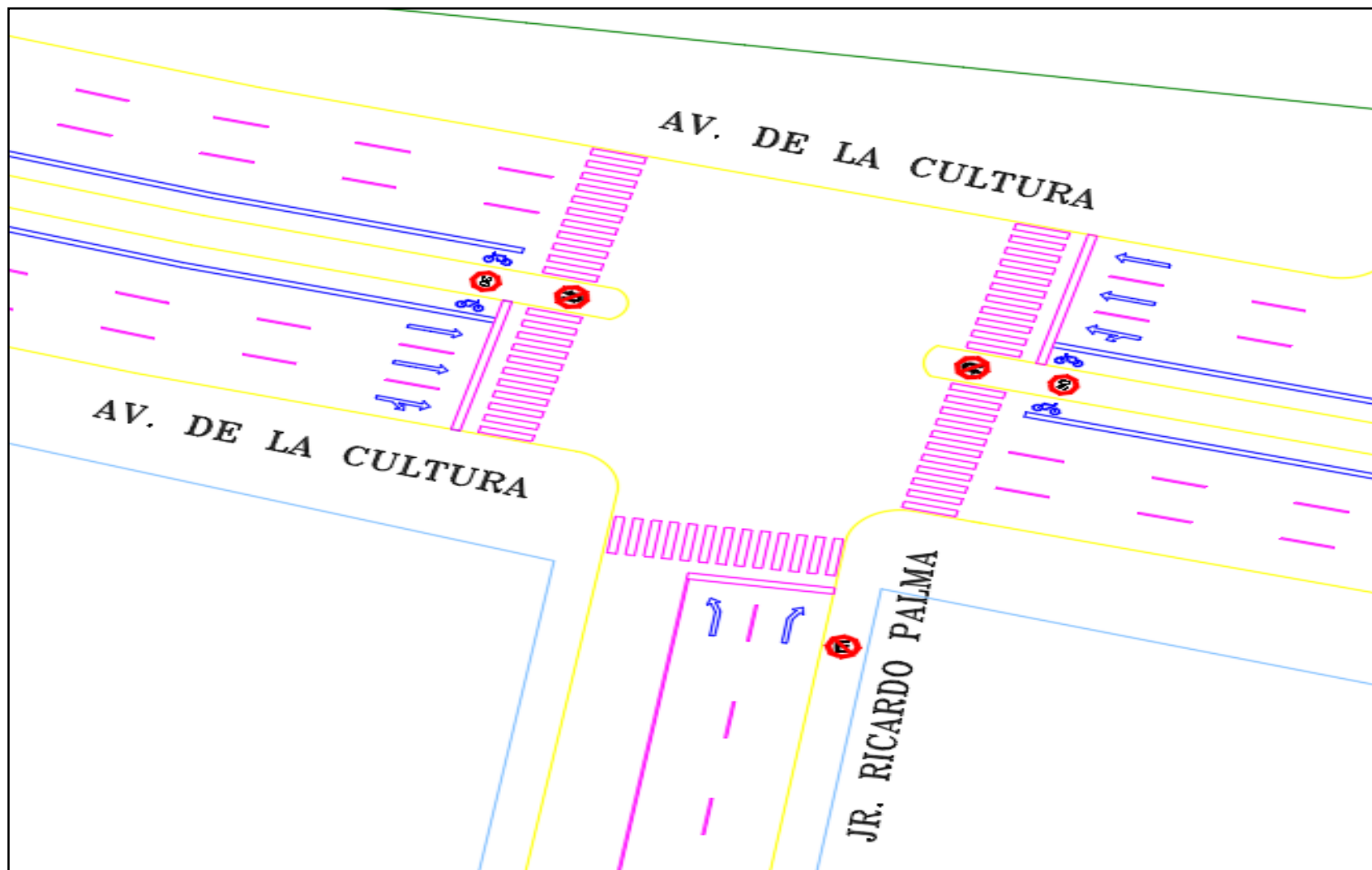
Figura N° 83. Señalización en intersección 3



Fuente: Elaboración propia



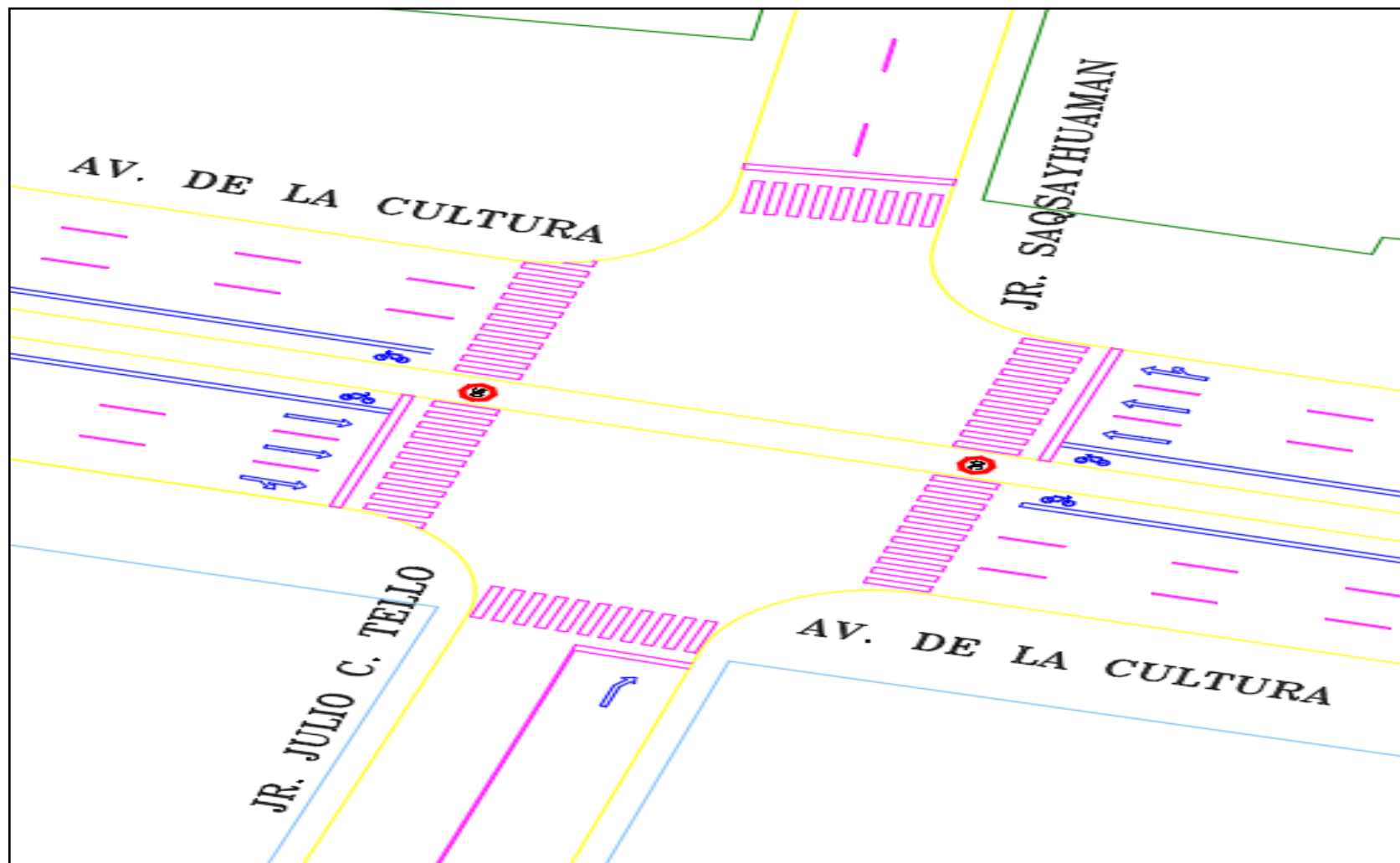
Figura N° 84. Señalización en intersección 4



Fuente: Elaboración propia



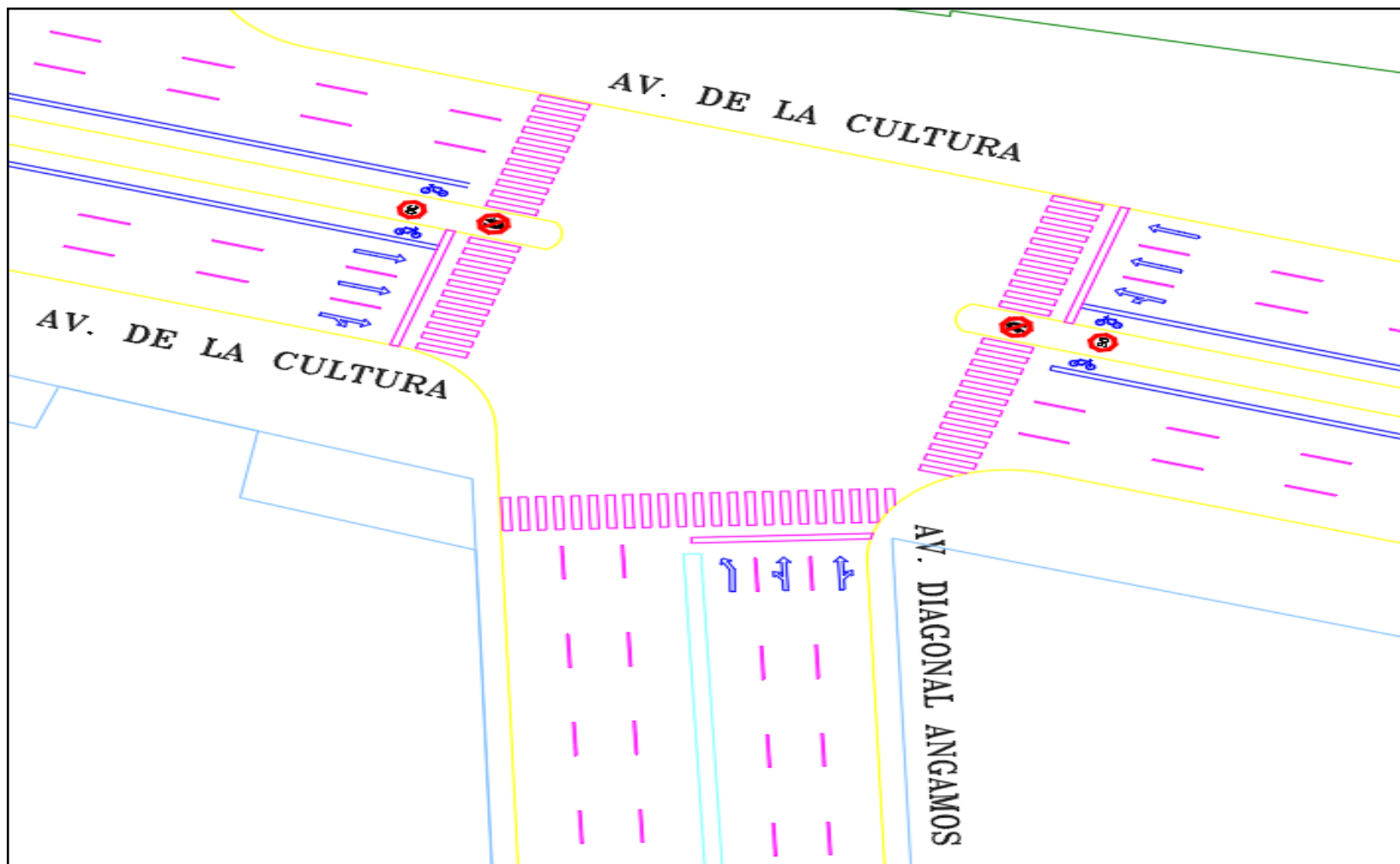
Figura N° 85. Señalización en intersección 5



Fuente: Elaboración propia



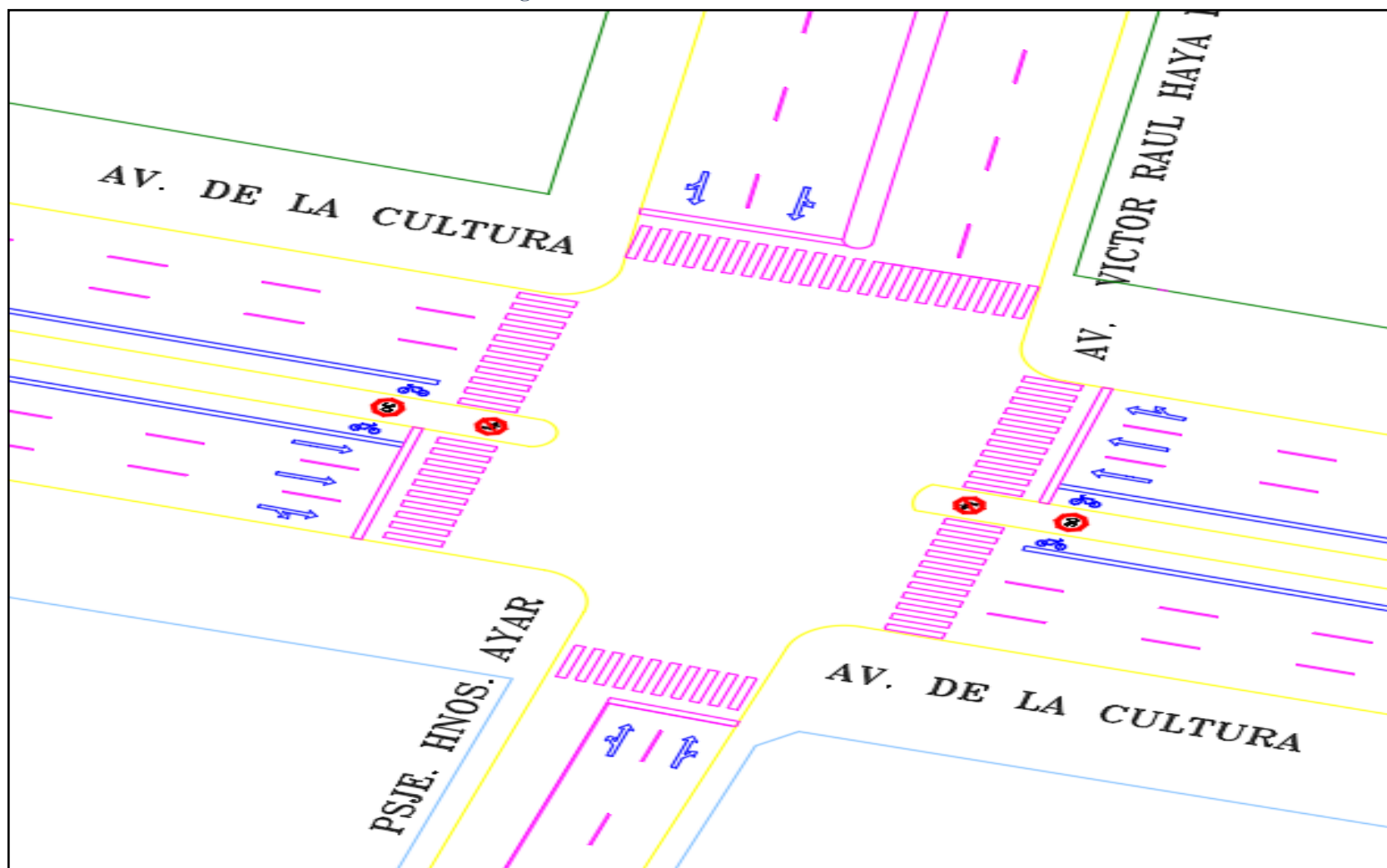
Figura N° 86. Señalización en intersección 6



Fuente: Elaboración propia



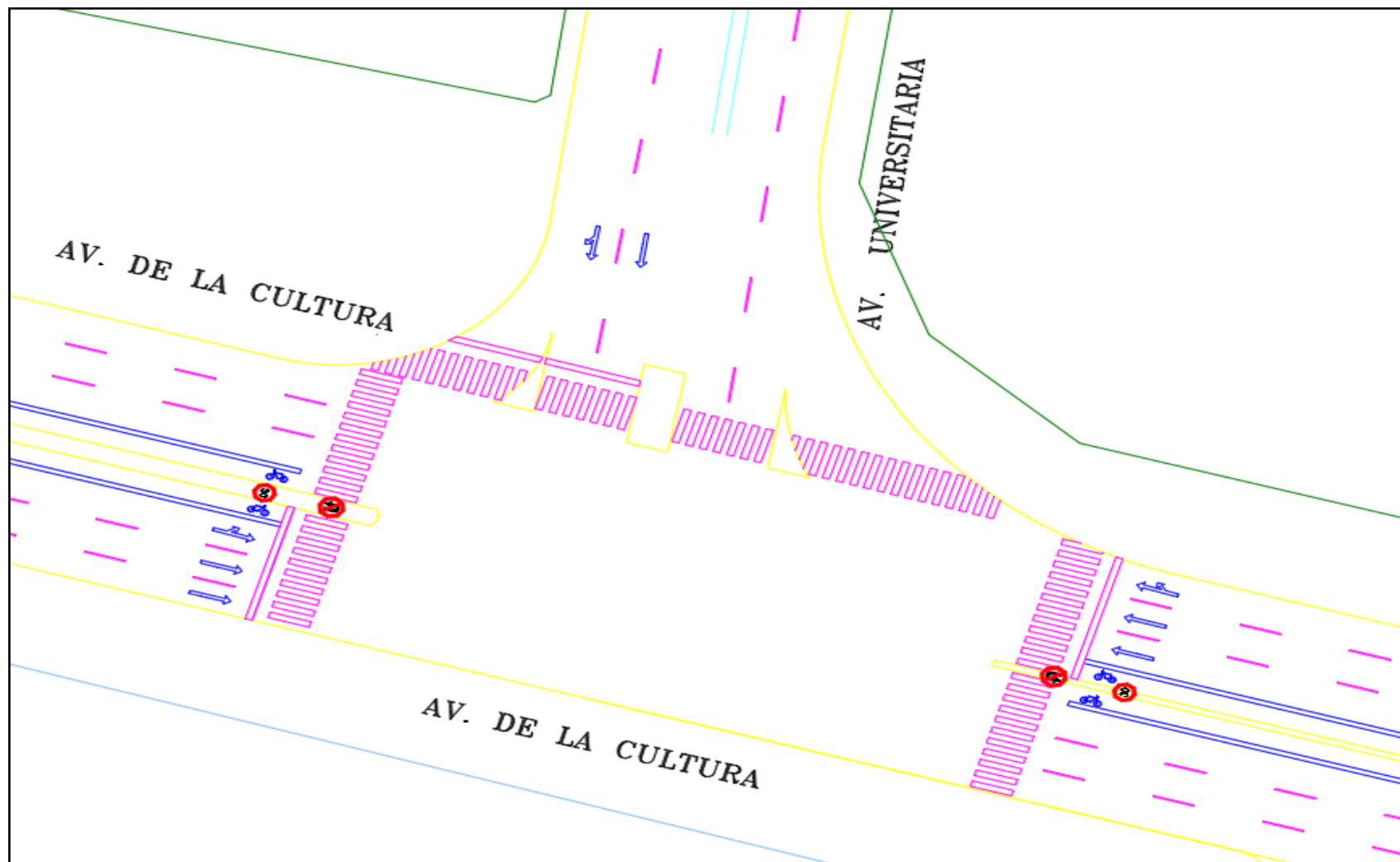
Figura N° 87. Señalización en intersección 7



Fuente: Elaboración propia



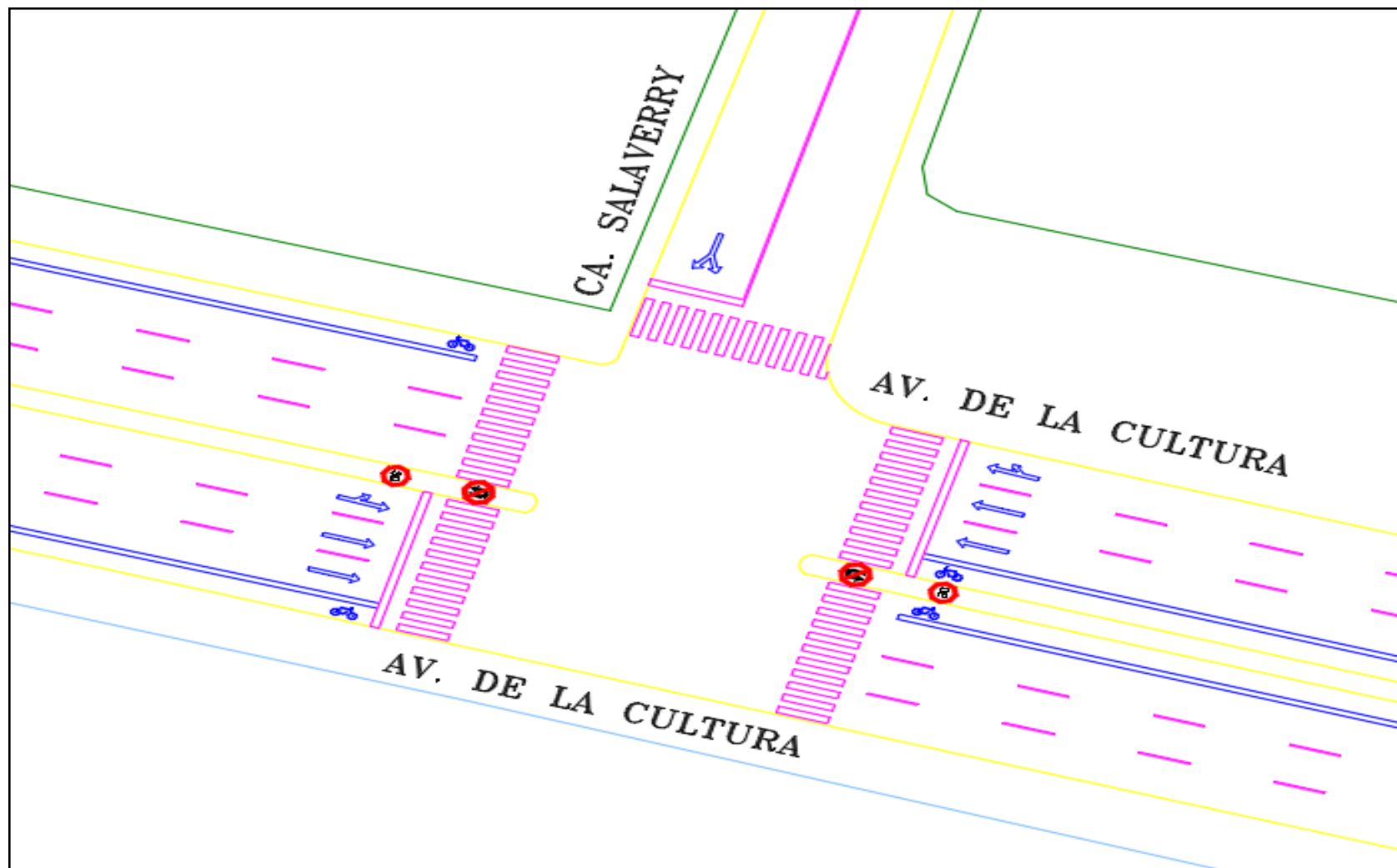
Figura N° 88. Señalización en intersección 8



Fuente: Elaboración propia



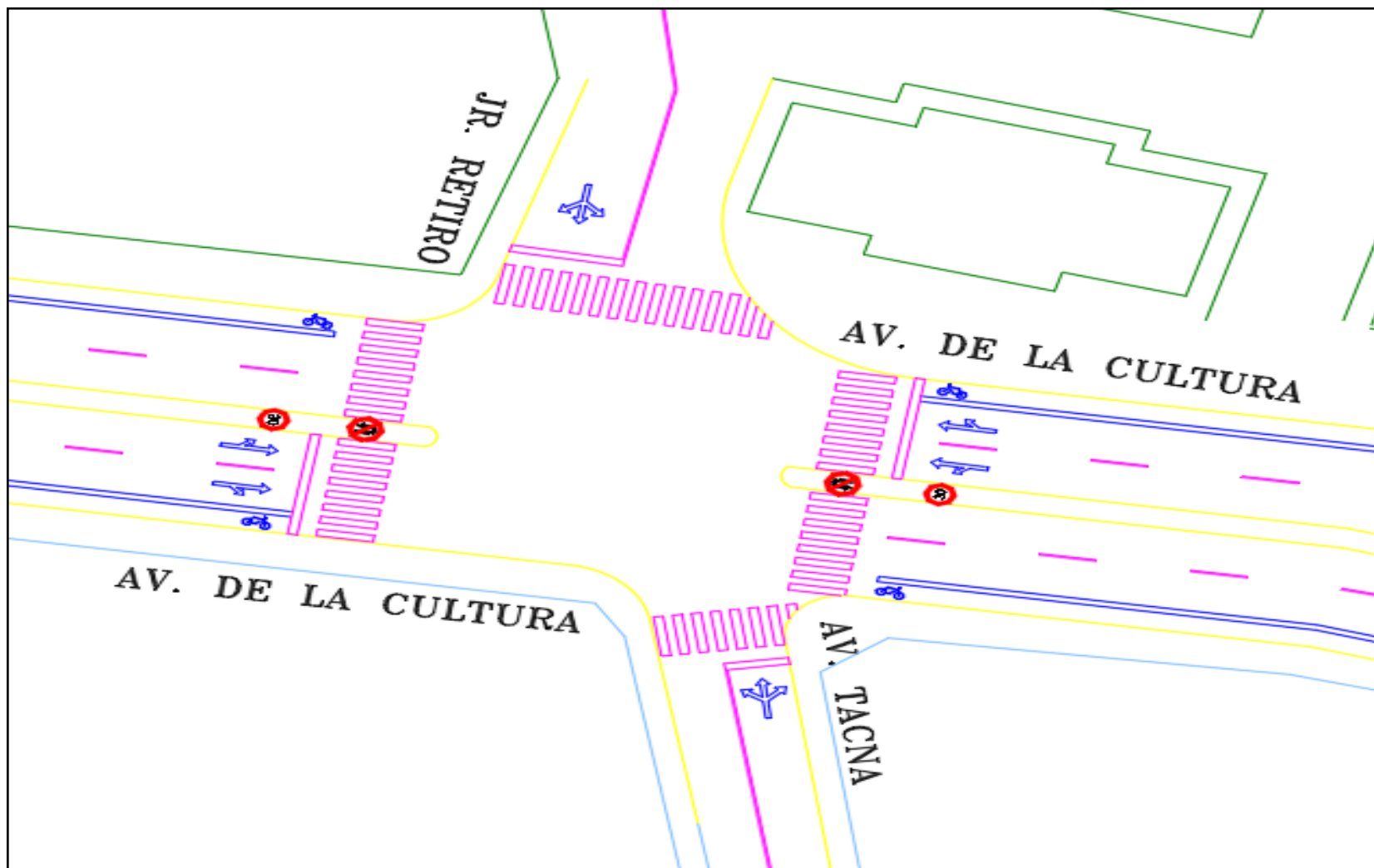
Figura N° 89. Señalización en intersección 9



Fuente: Elaboración propia



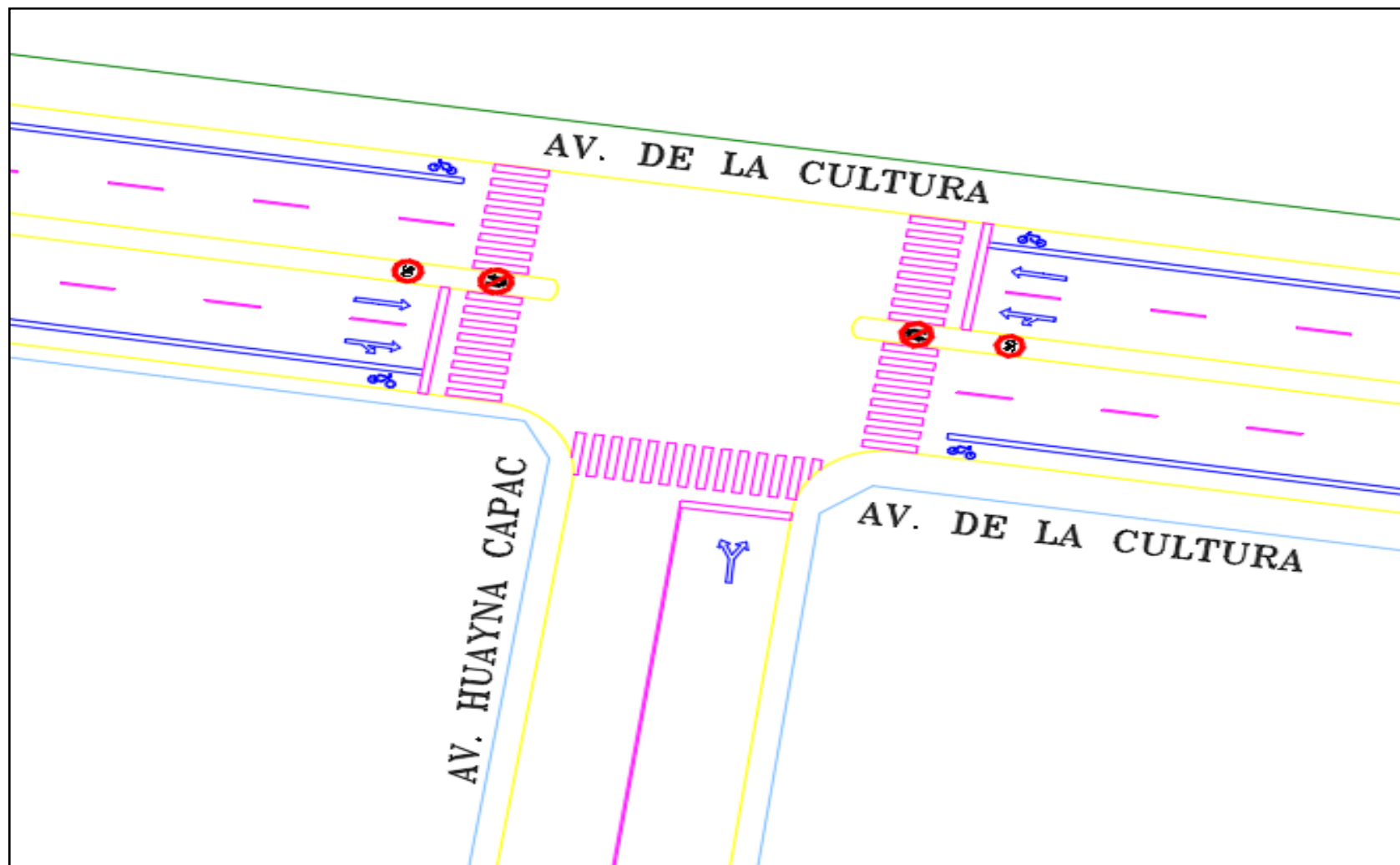
Figura N° 90. Señalización en intersección 10



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 91. Señalización en intersección 11



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 92. Límite de Velocidad permitida en la Av. de La Cultura



Fuente: Elaboración propia

3.5.2.1.1 Análisis por cada intersección:

Av. De la Cultura - Ca. Santa Úrsula

- ✓ La Av. De la Cultura cuenta con 3 carriles por sentido y la calle Santa Úrsula cuenta con 1 carril por sentido. También posee un carril de ciclovía por sentido.
- ✓ Se pudo visualizar la falta de mantenimiento de la señalización horizontal, que puede causar giros o sentidos inapropiados por parte de los vehículos. Así como falta de señalización tanto para peatones como para vehículos que causan riesgos que atentan la integridad de todos los usuarios de la zona en estudio.
- ✓ Se puede notar que la mayor cantidad de flujo vehicular está en la avenida La Cultura, esta información es importante ya que se aplicara mayor cantidad de tiempo verde en la vía que tenga mayor demanda, así como también se aplicara mayor cantidad de tiempo rojo a la vía de menor demanda.



Figura N° 93. Falta de mantenimiento en señalización horizontal - Intersección 1



Fuente: Elaboración propia.

Av. De la Cultura – Av. Rafael Aguilar Páez

- ✓ La Av. De la Cultura cuenta con 3 carriles por sentido y la Av. Rafael Aguilar Páez cuenta con 1 carril por sentido. También posee un carril de ciclovía por sentido.
- ✓ Se pudo visualizar la falta de mantenimiento de la señalización horizontal, que puede causar giros o sentidos inapropiados por parte de los vehículos. En esta intersección existe un puente peatonal, pero por un mal uso de los usuarios no es utilizado, esto puede causar demoras en los vehículos por algunos peatones transitando en la vía.
- ✓ Se puede notar que la mayor cantidad de flujo vehicular está en la avenida La Cultura, esta información es importante ya que se aplicara mayor cantidad de tiempo verde en la vía que tenga mayor demanda, así como también se aplicara mayor cantidad de tiempo rojo a la vía de menor demanda.



Figura N° 94. Mal uso de peatones - Intersección 2



Fuente: Elaboración propia.

Av. De la Cultura – Av. José Gabriel Cosío

- ✓ La Av. De la Cultura cuenta con 3 carriles por sentido y la Av. José Gabriel Cosío cuenta con 1 carril por sentido. También posee un carril de ciclovía por sentido.
- ✓ Se puede observar la falta de mantenimiento de la señalización horizontal, que puede causar giros inapropiados por parte de los vehículos.
- ✓ Esta intersección es altamente transitada, donde se puede observar que los carriles son utilizados para estacionamiento por tanto se necesita señalización que indique “Prohibido estacionar”
- ✓ También se puede notar que la mayor cantidad de flujo vehicular está en la avenida La Cultura, al ser una intersección en cruz esta información es importante ya que se aplicara mayor cantidad de tiempo verde en la vía que tenga mayor demanda, así como también se aplicara mayor cantidad de tiempo rojo a la vía de menor demanda.