



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

“ANÁLISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA AV. EL SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO”

Presentado por:

Bach. Andy Eder Palomino Quispe

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos

CUSCO – PERÚ
2022



Dedicatoria

Quiero dedicar la presente investigación a mi familia por todo su apoyo en todos los momentos de mi vida, especialmente a mis padres Timoteo Ruben Palomino Rozas y Bertha Quispe Gomez, quienes son mi ejemplo de amor, perseverancia, constancia y compromiso.

También a mis hermanos Jhon y Milagros por su respaldo en los momentos difíciles.

Agradezco a mis abuelos Demetrio†, Ermeregilda†, Matias† y Clara† por ser parte de mi vida y dejar huellas imborrables en mi alma.

A mi familia, en especial a mis hijas Adriana y Rafaela, les dedico mi mejor esfuerzo en la presentación y culminación de esta investigación.

Finalmente, agradezco a mis verdaderos amigos por su amistad, cariño y esperanza.



Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios, nuestro creador, por darme la vida, guiarme por el buen camino y otorgarme la fortaleza para terminar mis estudios universitarios. Agradezco a mi padre Timoteo Ruben por financiar mis estudios y motivarme a aprender y formarme en valores que beneficien a la sociedad. También agradezco a mi madre Bertha por su amor, cariño, comprensión y apoyo constante, sus palabras de aliento me ayudaron a lograr esta meta.

Reconozco y agradezco a mi asesor, Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos, por su apoyo incondicional, dedicación y las facilidades proporcionadas para el éxito de este trabajo. Finalmente, agradezco a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.



Resumen

La congestión vehicular en la Ciudad del Cusco, se concentra en las vías más importantes y en las más antiguas como es el caso de la Av. El Sol, donde el diseño de infraestructura urbana y vial es antigua la cual fue construida según su contexto histórico y cultural donde se priorizaba el tránsito vehicular, en contraste actualmente se cuenta con nuevas modalidades de transporte donde se prioriza la movilidad de peatonas y ciclistas para lo cual se propone analizar el impacto vial que genera dicho rediseño

Actualmente, existen herramientas de ingeniería como softwares y manuales que permiten un análisis tanto de vehículos como de peatones dentro de un sistema vial y no se limitan al comportamiento de la ciudad donde se realiza, sino que permiten replicar y analizar la conducta de los usuarios e incluso se incluye los vehículos y bicicletas. Este es el caso del modelo microscópico que es aplicado en la presente investigación mediante el uso de los programas como el VISSIM y el manual HCM 2016.

La metodología propuesta consiste en el análisis de las siete intersecciones que conforman la Av. El Sol, siguiendo los siguientes pasos: toma de datos realizado con el levantamiento topográfico, aforos tanto peatonales, vehiculares y ciclistas e inventario vial de semáforos para posteriormente plantear una nueva sección transversal la cual permite disminuir la cantidad de vehículos que transitan en la vía ampliando la mediana donde se plantea una ciclovía bidireccional y veredas laterales, la nueva configuración consiste en reducir la cantidad de carriles de 02 carriles de subida a 01 carril y de 02 carriles de bajada a 01 carril también se incrementa la mediana en una longitud de 10.00 mts de los cuales la ciclovía central cuenta con una longitud de 2.80 mts. posteriormente se introducen los datos al programa VISSIM donde se realiza la micro simulación de la situación actual y el nuevo planteamiento de rediseño.

En base a los resultados de los parámetros (demoras, niveles de servicio y flujo vehicular), peatonal y ciclista (volúmenes) de la situación actual y el nuevo rediseño, son evaluados para realizar el análisis del impacto vial. Se concluye que las propuestas de rediseño no presentan mejoras considerables en cuanto a niveles de servicio y demoras; sin embargo, cumple con el objetivo principal de la investigación, que es mejorar las condiciones de desplazamiento de los peatones y ciclistas, como se muestran en el capítulo de resultados.

Palabras Clave: Impacto Vial, Rediseño Geométrico, Sección Transversal, Peatonal y Ciclista.



Abstract

Vehicle congestion in the City of Cusco is concentrated in the most important roads and in the oldest, such as Av. El Sol, where the design of urban and road infrastructure is old and was built according to its historical context. and cultural where vehicular traffic was prioritized, in contrast currently there are new modes of transport where the mobility of pedestrians and cyclists is prioritized for which it is proposed to analyze the road impact generated by said redesign

Currently, there are engineering tools such as software and manuals that allow an analysis of both vehicles and pedestrians within a road system and are not limited to the behavior of the city where it is carried out, but rather allow replicating and analyzing the behavior of users and even vehicles and bicycles are included. This is the case of the microscopic model that is applied in the present investigation through the use of programs such as VISSIM and the HCM 2016 manual.

The proposed methodology consists of the analysis of the 07 intersections that make up Av. El Sol, following the following steps: data collection carried out with the topographic survey, pedestrian, vehicular and cyclist capacity and traffic light traffic inventory to later propose a new cross section which allows to reduce the number of vehicles that travel on the road by widening the median where a bidirectional cycle path and side paths are proposed, the new configuration consists of reducing the number of lanes from 02 uphill lanes to 01 lane and 02 lanes down to 01 lane, the median is also increased by a length of 10.00 meters, of which the central bike path is 2.80 meters long. Subsequently, the data is entered into the VISSIM program where the micro simulation of the current situation and the new redesign approach are carried out.

Based on the results of the parameters (delays, service levels and vehicular flow), pedestrian and cyclist (volumes) of the current situation and the new redesign, they are evaluated to carry out the analysis of the road impact. It is concluded that the redesign proposals do not present considerable improvements in terms of service levels and delays; however, it meets the main objective of the research, which is to improve the travel conditions of pedestrians and cyclists, as shown in the results chapter.

Keywords: Road Impact, Geometric Redesign, Cross Section, Pedestrian and Cyclist.



Introducción

En nuestro país y en especial en la Ciudad del Cusco se tiene una tendencia de crecimiento económico y poblacional de manera continua, todo esto se ve reflejado en el incremento del parque automotor y el aumento de la población urbana resultando en una mayor demanda vehicular, peatonal y ciclista

En la Ciudad del Cusco la geometría actual de las vías urbanas corresponde a un diseño de los años 1960 y 1970 han sido elaboradas de manera que la configuración existente beneficiaba solamente a los vehículo dejando así a un lado a los peatones y a los ciclistas, La infraestructura para los peatones y las ciclovías no está desarrollada de manera acorde al crecimiento poblacional, por lo que se hace necesario un rediseño en la geometría de la vía, donde se priorice la movilidad tanto de los peatones y de los ciclistas, así mismo se plantea disminuir el ingreso de vehículos que circulan de manera innecesaria a la plaza de armas creando con ello un incremento de la congestión vehicular y un aumento de la contaminación.

La presente investigación desarrolla el análisis del impacto vial que genera la propuesta de rediseño de la sección transversal de la Av. El Sol tomando en cuenta las demandas actuales ya sean peatonales, vehiculares y de los ciclistas, en la cual también se analiza las condiciones actuales de la vía y la nueva propuesta con el fin de establecer respuestas para estas nuevas formas de movilidad y encaminar un rediseño una solución sostenible.



Índice general

	Pág.
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Introducción.....	v
Índice general	vi
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiv
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:.....	6
1.2. Justificación e importancia de la investigación:	7
1.2.1. Justificación técnica	7
1.2.2. Justificación social	7
1.2.3. Justificación por viabilidad	8
1.2.4. Justificación por relevancia.....	8
1.3. Limitaciones de la investigación.....	9
1.3.1. Limitaciones por espacio	9
1.3.2. Limitaciones por tiempo	9
1.3.3. Limitaciones por datos	9
1.3.4. Limitaciones de bibliografía	10
1.4. Objetivo de la investigación.....	11
1.4.1. Objetivo general.....	11
1.4.2. Objetivos específicos	11
Capítulo II: Marco teórico	12
2.1. Antecedentes de la Tesis	12
2.1.1. Antecedentes a nivel local	12
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	13
2.1.3. Antecedentes a nivel internacional	14
2.2. Aspectos teóricos pertinentes.....	15
2.2.1. Rediseño geométrico de la sección transversal.....	15



2.2.1.1.	Aspectos a considerar en el diseño geométrico	15
2.2.2.	Geometría vial.....	17
2.2.3.	Diseño geométrico en planta.....	17
2.2.3.1.	Alineamiento horizontal.....	18
2.2.3.2.	Alineamientos rectos	18
2.2.3.3.	Alineamiento vertical	19
2.2.4.	Sección Transversal	19
2.2.4.1.	Características geométricas.....	19
2.2.4.2.	Número de carriles y ancho de las calzadas.....	20
2.2.4.3.	Ancho de carriles	20
2.2.4.4.	Bombeo y peralte en secciones transversales	21
2.2.4.5.	Secciones transversales típicas.....	22
2.2.5.	Intersecciones viales	23
2.2.5.1.	Intersecciones semaforizadas	27
2.2.5.2.	Intersecciones no semaforizadas	27
2.2.6.	Veredas	28
2.2.6.1.	Ancho de vereda.....	28
2.2.6.2.	Sección transversal de veredas.....	29
2.2.6.3.	Pendiente longitudinal.....	30
2.2.7.	Ciclovías	30
2.2.7.1.	Diseño de ciclovías	31
2.2.7.2.	Ancho de ciclovía.....	39
2.2.8.	Impacto vial	40
2.2.9.	Niveles de servicio.....	40
2.2.9.1.	Metodología de análisis operacional.....	42
2.2.10.	Relación entre demanda vehicular y oferta vehicular	55
2.2.11.	Demoras	55
2.2.12.	Capacidad vial.....	56
2.2.12.1.	Flujo vehicular	56
2.2.13.	Dispositivo para el control de tránsito	58
2.2.13.1.	Clasificación de dispositivos de control.....	58
2.2.13.2.	Señalización vertical	58
2.2.13.3.	Señalización horizontal	61
2.2.13.4.	Tiempo semafórico	63
2.2.13.5.	Cálculo de los tiempos del semáforo	64



2.2.14.	Congestión vehicular.....	65
2.2.14.1.	Factores que intervienen en el congestionamiento vehicular.....	66
2.2.14.2.	Factores que intervienen en el congestionamiento vehicular ¡Error! Marcador no definido.	
2.2.15.	Circulación peatonal y ciclista	66
2.2.15.1.	Peatón.....	66
2.2.15.2.	Interacción entre el peatón y la vía	67
2.2.15.3.	Volumen peatonal	68
2.2.15.4.	Movilidad Peatonal	68
2.2.15.5.	Medidas del flujo peatonal	68
2.2.15.6.	Requerimientos del espacio peatonal	70
2.2.15.7.	Parámetros para el análisis de capacidad	70
2.2.15.8.	El ciclista.....	71
2.2.16.	Procedimientos computarizados	73
2.2.16.1.	Programa PTV VISSIM	73
2.3.	Hipótesis	74
2.3.1.	Hipótesis general.....	74
2.3.2.	Sub hipótesis	74
2.4.	Definición de variables	74
2.5.	Cuadro de operacionalización de variables.....	76
Capítulo III – Metodología.....		77
3.1.	Metodología de la investigación:	77
3.1.1.	Enfoque de la investigación:	77
3.1.2.	Nivel de investigación:	77
3.1.3.	Método de investigación:	77
3.2.	Diseño de la investigación:	77
3.2.1.	Diseño metodológico:	77
3.2.2.	Diseño de Ingeniería	77
3.3.	Población y Muestra	79
3.3.1.	Población.....	79
3.3.1.1.	Descripción de la Población.....	79
3.3.1.2.	Cuantificación de la Población	79
3.3.2.	Muestra	79
3.3.2.1.	Descripción de la Muestra.....	79
3.3.2.2.	Cuantificación de la Muestra:	79



3.3.2.3.	Método de Muestreo:	80
3.3.2.4.	Criterios de Evaluación de Muestra:	81
3.3.2.5.	Criterios de Inclusión:	81
3.4.	Instrumentos:.....	81
3.4.1.	Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos	81
3.4.1.1.	Ficha de aforo vehicular	81
3.4.1.2.	Ficha de aforo peatonal	82
3.4.1.3.	Ficha de características geométricas.	82
3.4.1.4.	Ficha de características semafóricas.	83
3.4.2.	Instrumentos de ingeniería	84
3.4.2.1.	Instrumentos usados en campo.	84
3.4.2.2.	Instrumentos de Gabinete.....	84
3.4.2.3.	Software utilizado.	84
3.5.	Procedimientos de recolección de datos	86
3.5.1.	Volúmenes de transito.....	86
3.5.2.	Aforos vehiculares para la obtención de la hora punta	86
3.5.3.	Aforos obtenidos del día miércoles.....	86
3.5.4.	Variación máxima diaria.....	91
3.5.5.	Variación máxima horaria.....	91
3.5.6.	Flujograma de movimientos vehiculares en intersecciones.....	92
3.5.7.	Características geométricas de la vía	100
3.5.8.	Codificación y sección en intersecciones	108
3.5.9.	Codificación semafórica	120
3.5.10.	Flujograma de movimientos peatonales.....	125
3.5.11.	Aforos peatonales.....	129
3.5.12.	Señalización	140
3.5.13.	Tránsito a futuro.....	144
3.5.13.1.	Proyección de tráfico datos actuales	145
3.5.13.2.	Proyección de tráfico datos modificados	148
3.5.14.	Factores para el cálculo de flujo de saturación	152
3.5.	Procedimiento de análisis de datos	152
3.5.2.	Composición vehicular situación actual	152
3.5.3.	Composición vehicular modificado para el rediseño geométrico.....	155
3.6.	Planteamiento conceptual de la propuesta del rediseño.....	158
3.6.2.	Cuestiones previas al rediseño geométrico	160



3.6.3.	Propuesta del rediseño geométrico de la sección transversal	161
3.6.4.	Análisis de la situación actual y la propuesta de rediseño	174
3.6.5.	Análisis de la geometría vial.....	175
3.6.6.	Análisis de nodos del sistema vial propuesto	181
3.6.7.	Modelación del planteamiento con rediseño en Vissim en 3D.....	184
3.6.8.	Construcción del modelo, calibración y validación del proyecto	187
3.6.8.1.	Construcción del modelo	188
3.6.8.2.	Verificación del modelo.....	191
3.6.8.3.	Calibración del modelo	192
3.6.8.4.	Validación del modelo	194
	Capítulo IV: Resultados	200
4.1.	Resultados del análisis del sistema vial actual.....	200
4.2.	Resultados del análisis del sistema vial propuesto	203
4.3.	Comparación de los resultados	204
4.4.	Diferencia de resultados.....	205
	Capítulo V: Discusión	207
	Conclusiones.....	209
	Recomendaciones	211
	Glosario	212
	Referencias bibliográficas	215
	Anexos.....	217



Índice de tablas

	Pág.
Tabla N° 1. Coordenadas UTM de la Av. El Sol	9
Tabla N° 2. Relación velocidad directriz y longitud mínima.....	19
Tabla N° 3. Clasificación de vías y los anchos de carril	21
Tabla N° 4. Bombeo de la calzada	21
Tabla N° 5. Velocidad de diseño con pendientes	22
Tabla N° 6. Ancho de veredas según el tipo de vía peatonal	28
Tabla N° 7. Velocidad de diseño en función de la pendiente.....	34
Tabla N° 8. Relación de velocidad – radio.....	34
Tabla N° 9. Sobreanchos de ciclovía por pendiente.....	35
Tabla N° 10. Sobreanchos de ciclovías por radios de curvatura	35
Tabla N° 11. Cuadro resumen sobre niveles de servicio (HCM).....	42
Tabla N° 12. Niveles de servicio - Demoras	56
Tabla N° 13. Velocidades medias normales de peatones	67
Tabla N° 14. Parámetros de capacidad.....	70
Tabla N° 15. Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta.....	72
Tabla N° 16. Cuadro Operacional de Variables	76
Tabla N° 17. Hoja de aforo vehicular 06 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos.	87
Tabla N° 18. Hoja de aforo vehicular 07 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos.	88
Tabla N° 19. Hoja de aforo vehicular 08 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos.	89
Tabla N° 20. Hoja de aforo vehicular 09 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos.	90
Tabla N° 21. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Mantas	101
Tabla N° 22. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Almagro	102
Tabla N° 23. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	103
Tabla N° 24. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arraya.....	104
Tabla N° 25. Características geométricas intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso	105
Tabla N° 26. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Pachacutec	106
Tabla N° 27. Características geométricas intersección 7 Av. El Sol – Av. Tulumayo – Av. Regional.....	106
Tabla N° 28. Características semafóricas intersección Av. El Sol con Calle Mantas.....	123
Tabla N° 29. Características semafóricas intersección Av. El Sol con Calle Ayacucho con Calle Afligidos.....	124
Tabla N° 30. Características semafóricas intersección Av. El Sol – Pte. Rosario - Calle Arrayan.....	124



Tabla N° 31. Características semafóricas intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso.....	124
Tabla N° 32. Características semafóricas intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.....	124
Tabla N° 33. Aforo peatonal Av. El sol - Calle Mantas.....	130
Tabla N° 34. Aforo peatonal Av. El Sol - Calle Almagro.....	131
Tabla N° 35. Aforo peatonal Av. El Sol - Calle Ayacucho - Calle afligidos	132
Tabla N° 36. Aforo peatonal Av. El Sol - Calle puente rosario - Calle Arrayan	133
Tabla N° 37. Aforo peatonal Av. El sol - Calle Almagro	134
Tabla N° 38. Aforo peatonal Av. El sol - Calle pachacutecq.....	135
Tabla N° 39. Aforo peatonal Av. El sol - Av. Tullumayo - Av. Regional.....	136
Tabla N° 40. Proyección de tráfico - Intersección Av. El sol - Calle Mantas.....	145
Tabla N° 41. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Almagro.....	145
Tabla N° 42. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	146
Tabla N° 43. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan.....	146
Tabla N° 44. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Garcilaso.....	147
Tabla N° 45. Proyección de tráfico - Intersección número 6 Av. El Sol – Calle Pachacutecq	147
Tabla N° 46. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.....	148
Tabla N° 47. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Mantas	148
Tabla N° 48. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Almagro.....	149
Tabla N° 49. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	149
Tabla N° 50. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	150
Tabla N° 51. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Garcilaso.....	150
Tabla N° 52. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Pachacutecq.....	151
Tabla N° 53. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional	151
Tabla N° 54. Cuadro de áreas por tramos de la Av. El Sol	175
Tabla N° 55. Cuadro de áreas de la Av. El Sol – situación actual	175
Tabla N° 56. Cuadro de áreas de la Av. El Sol, situación actual - propuesta	176
Tabla N° 57. Cuadro de áreas de la Av. El Sol, situación actual - veredas.....	176



Tabla N° 58. Cuadro de áreas de la Av. El Sol, propuesta de rediseño - veredas.....	176
Tabla N° 59. Demoras en intersecciones - situación actual	195
Tabla N° 60. Demoras en intersecciones - Vissim	196
Tabla N° 61. Resultados calibración Intersección calle Mantas con av. El Sol.....	197
Tabla N° 62. Resultados calibración Intersección calle Almagro con av. El Sol	197
Tabla N° 63. Resultados de la calibración en la intersección av. El sol con calle Ayacucho con calle Afligidos.....	197
Tabla N° 64. Resultados de la calibración en la intersección av. El sol con calle pte. rosario con calle Arrayan.....	198
Tabla 65. Resultados de la calibración en la intersección Av. el Sol con calle Garcilaso	198
Tabla N° 66. Resultados de la calibración en la intersección Av. el Sol con calle Pachacutec.....	198
Tabla N° 67. Resultados de la calibración en la intersección Av. el Sol con av. Tulumayo con av. Regional	199
Tabla 68. Resumen de resultados para la calibración.....	199
Tabla N° 69. Resultados - Intersección calle Mantas con Avenida el Sol	200
Tabla N° 70. Resultados - Intersección calle Almagro con Avenida el Sol.....	201
Tabla N° 71. Resultados - Intersección calle Ayacucho con Avenida el Sol.....	201
Tabla N° 72. Resultados - Intersección calle Arrayan/Pte. Rosario con Avenida el Sol ..	202
Tabla N° 73. Resultados - Intersección avenida Garcilaso con Avenida el Sol.....	202
Tabla N° 74. Resultados - Intersección avenida Pachacutec con Avenida el Sol.....	202
Tabla N° 75. Resultados - Intersección Av. Pardo/Tulumayo con Avenida el Sol.....	203
Tabla N° 76. Resumen de resultados - situación actual	203
Tabla N° 77. Resumen de resultados - Propuesta de rediseño	204
Tabla N° 78. Comparación de resultados	205
Tabla N° 79 Diferencia de resultados.....	205
Tabla N° 80. Matriz de consistencia	218
Tabla N° 81. Puntos del Levantamiento Topográfico – Av. El Sol	222



Índice de figuras

	Pág.
Figura N° 1. Mapa del Departamento y Provincia del Cusco	2
Figura N° 2. Ubicación de la Av. El sol	3
Figura N° 3. Intersección Calle Mantas con Avenida El Sol	3
Figura N° 4. Intersección Avenida El Sol con Calle Almagro	4
Figura N° 5. Intersección Avenida El Sol con Calle Ayacucho y Calle Afligidos	4
Figura N° 6. Intersección Avenida El Sol con Calle Puente Rosario con Calle Arrayan	5
Figura N° 7. Intersección Avenida El Sol con Avenida Garcilaso.....	5
Figura N° 8. Intersección Avenida El Sol con Calle Pachacutec.....	6
Figura N° 9. Intersección Avenida Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.....	6
Figura N° 10. Dimensiones de vehículo liviano.....	16
Figura N° 11. Sección transversal típica de vía colectora de 2 carriles en vías urbanas	23
Figura N° 12. Tipos de intersecciones a nivel	25
Figura N° 13. Intersecciones de tres ramales	26
Figura N° 14. Intersecciones de cuatro ramales	27
Figura N° 15. Sección transversal convencional	29
Figura N° 16. Sección transversal en zona de acceso vehicular.....	30
Figura N° 17. Dimensiones promedio de una bicicleta	31
Figura N° 18. Espacio de operación del ciclista.....	32
Figura N° 19. Ancho de ciclovía unidireccional	32
Figura N° 20. Ancho de ciclovía bidireccional	33
Figura N° 21. Ancho de ciclovía bidireccional – con obstáculos laterales (árboles)	33
Figura N° 22. Ciclovía en separador central en cruce con vía de un solo sentido	36
Figura N° 23. Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación, e isla de refugio.....	36
Figura N° 24. Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación.	37
Figura N° 25. Giro a la izquierda – ciclovía en separador central con cruce de vía en un solo sentido.....	37
Figura N° 26. Giro a la izquierda – ciclovía en separador central con cruce de vía de doble sentido.....	38
Figura N° 27. Giro a la derecha – ciclovía en separador central con cruce de vía en un solo sentido.....	38
Figura N° 28. Esquemático de ciclovía (bidireccional) en separador central	39
Figura N° 29. Demarcación intersección con ciclovía o ciclo carril bidireccional	39



Figura N° 30. Niveles de servicio.....	42
Figura N° 31. Intervalos entre vehículos	58
Figura N° 32. Señales verticales.....	59
Figura N° 33. Señales horizontales	62
Figura N° 34. Configuración de caras de semáforos	64
Figura N° 35. Fases en una intersección con semáforo	64
Figura N° 36. Diagrama de fases en una intersección con semáforo	65
Figura N° 37. Elipse para requerimientos de espacio.....	70
Figura N° 38. Usuarios y modelos de bicicleta que comúnmente vistos	72
Figura N° 39. Dimensiones de bicicleta urbana y tipo Bullitt.....	73
Figura N° 40. Diseño de la ingeniería de la investigación	78
Figura N° 41. Formato de conteo vehicular	81
Figura N° 42. Ficha aforo peatonal	82
Figura N° 43. Ficha características geométricas de la vía.....	83
Figura N° 44. Ficha recolección de características semaforicas	83
Figura N° 45. Logo del programa VISSIM educacional.....	84
Figura N° 46. Logo Autocad Civil 3D	85
Figura N° 47. Logo de AutoCAD 2018.....	85
Figura N° 48. Logo del programa Excel	86
Figura N° 49. Variación máxima horaria vehicular	91
Figura N° 50. Fluctuación de la variación máxima horaria peatonal	92
Figura N° 51. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Mantas93	
Figura N° 52. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Almagro	94
Figura N° 53. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	95
Figura N° 54. Codificación de movimientos en la intersección Calle Pte. Rosario – Av. El Sol – Calle Arrayan	96
Figura N° 55. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso	97
Figura N° 56. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Pachacutec.....	98
Figura N° 57. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Av Tullumayo – Av. Regional.....	99
Figura N° 58. Inicio del levantamiento topográfico Calle Mantas – Av. El Sol.....	100
Figura N° 59. Punto final del levantamiento topográfico.....	100
Figura N° 60. Codificación actual de la intersección calle Mantas – Av. El Sol.....	108



Figura N° 61. Calle Mantas situación actual, corte 1-1.....	108
Figura N° 62. Calle Mantas situación actual corte 2-2.....	109
Figura N° 63. Avenida El Sol, situación actual, corte 3-3	109
Figura N° 64. Codificación actual de la intersección Calle Almagro – Av. El Sol.....	109
Figura N° 65. Calle Almagro situación actual, corte 4-4	110
Figura N° 66. Avenida El Sol situación actual, corte 5-5	110
Figura N° 67. Avenida El Sol situación actual, corte 6-6	110
Figura N° 68. Codificación actual de la intersección Calle Ayacucho – Av. El Sol – Calle Afligidos.....	111
Figura N° 69. Calle Ayacucho situación actual, corte 7-7	111
Figura N° 70. Calle Afligidos situación actual, corte 8-8	112
Figura N° 71. Avenida El Sol situación actual, corte 9-9	112
Figura N° 72. Avenida El Sol situación actual, corte 10-10	112
Figura N° 73. Codificación actual de la intersección Calle Pte. Rosario – Av. El Sol – Calle Arrayan.....	113
Figura N° 74. Calle Pte. Rosario situación actual, corte 11-11	113
Figura N° 75. Calle Arrayan situación actual, Corte 12-12	114
Figura N° 76. Av. El Sol situación actual, Corte 13-13	114
Figura N° 77. Av. El Sol situación actual, Corte 14-14	114
Figura N° 78. Codificación actual de la intersección Av. Garcilaso – Av. El Sol.....	115
Figura N° 79. Av. Garcilaso situación actual, Corte 15-15.....	115
Figura N° 80. Av. Garcilaso situación actual, Corte 16-16.....	116
Figura N° 81. Av. El Sol situación actual, Corte 17-17	116
Figura N° 82. Av. El Sol situación actual, Corte 18-18	116
Figura N° 83. Codificación actual de la intersección Av. El Sol – Calle Pachacutec.....	117
Figura N° 84. Calle Pachacutec situación actual, Corte 19-19	117
Figura N° 85. Avenida El Sol situación actual, Corte 20-20.....	117
Figura N° 86. Avenida El Sol situación actual, Corte 21-21.....	118
Figura N° 87. Codificación actual de la intersección Av. regional – Av. El Sol – Calle Tullumayo.....	118
Figura N° 88. Avenida El Sol situación actual, Corte 22-22.....	119
Figura N° 89. Avenida Tullumayo, situación actual, Corte 23-23.....	119
Figura N° 90. Avenida El Sol situación actual, Corte 24-24.....	120
Figura N° 91. Codificación actual de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol.....	121
Figura N° 92. Codificación actual de la intersección Calle Ayacucho – Av. El Sol – Calle Afligidos.....	121



Figura N° 93. Codificación actual de la intersección Calle Pte. Rosario – Av. El Sol – Calle Arrayan.....	122
Figura N° 94. Codificación actual de la intersección Av. Garcilaso – Av. El Sol.....	122
Figura N° 95. Codificación actual de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol.....	123
Figura N° 96. Movimientos peatonales de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol.....	125
Figura N° 97. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Almagro...	126
Figura N° 98. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho- Calle Afligidos.....	126
Figura N° 99. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Puluchapana	127
Figura N° 100. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario- Calle Arrayan.....	127
Figura N° 101. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso ..	128
Figura N° 102. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Pachacutec	128
Figura N° 103. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.....	129
Figura N° 104. Codificación peatonal Av. El Sol – Calle Mantas	137
Figura N° 105. Codificación peatonal Av. El Sol – Calle Almagro.....	137
Figura N° 106. Codificación peatonal Av. El sol - Calle Ayacucho - Calle Afligidos	138
Figura N° 107. Codificación peatonal Av. El sol - Calle puente rosario - Calle Arrayan	138
Figura N° 108. Codificación peatonal Av. El sol - Calle Garcilaso.....	139
Figura N° 109. Codificación peatonal Av. El sol - Calle Pachacutec.....	139
Figura N° 110. Codificación peatonal Av., El sol - Av. Regional - Calle Tullumayo.....	140
Figura N° 111. Propuesta de señalización - Calle Mantas – Av. El Sol.....	141
Figura N° 112. Propuesta de señalización - intersección Calle Almagro – Av. El Sol.....	141
Figura N° 113. Propuesta de señalización - intersección Av. El Sol - Calle Ayacucho – Calle Afligidos.....	142
Figura N° 114. Propuesta de señalización - intersección Av. El Sol – Calle Pte Rosario – Calle Afligidos.....	142
Figura N° 115. Propuesta de señalización - intersección Calle Pachacutec – Av. El Sol.	143
Figura N° 116. Propuesta de señalización - intersección Av. El Sol. – Av. Tullumayo – Av. Regional.....	143
Figura N° 117. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Mantas.....	152
Figura N° 118. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Almagro.	153
Figura N° 119. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	153
Figura N° 120. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	153



Figura N° 121. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Garcilaso	154
Figura N° 122. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Pachacutec	154
Figura N° 123. Composición vehicular: Av. El Sol – Av. Tulumayo – Av. Regional	154
Figura N° 124. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Mantas.....	155
Figura N° 125. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Almagro	156
Figura N° 126. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	156
Figura N° 127. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	156
Figura N° 128. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Garcilaso	157
Figura N° 129. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Pachacutec	157
Figura N° 130. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Av. Tulumayo – Av. Regional.....	157
Figura N° 131. Movilidad multimodal del Cusco	158
Figura N° 132. Propuesta de movilidad multimodal en el centro histórico	159
Figura N° 133. Sección transversal actual típica de la Av. Sol.....	160
Figura N° 134. Propuesta general de sección transversal en la Av. Sol.....	160
Figura N° 135. Propuesta de rediseño intersección Calle Mantas – Av. El Sol.....	161
Figura N° 136. Propuesta de rediseño calle Mantas corte 1-1	162
Figura N° 137. Propuesta de rediseño calle Mantas, corte 2-2	162
Figura N° 138. Propuesta de rediseño Av. El Sol, corte 3-3	162
Figura N° 139. Propuesta de la intersección Calle Almagro – Av. El Sol	163
Figura N° 140. Propuesta de rediseño calle Almagro, corte 4-4	163
Figura N° 141. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 5-5	164
Figura N° 142. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 6-6	164
Figura N° 143. Propuesta de rediseño intersección Av. El Sol - Calle Ayacucho – Calle Afligidos	165
Figura N° 144. Propuesta de rediseño calle Ayacucho, corte 7-7	165
Figura N° 145. Propuesta de rediseño calle Afligidos, corte 8-8	166
Figura N° 146. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 9-9	166
Figura N° 147. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 10-10	166
Figura N° 148. Propuesta de la intersección Calle Puluchapana – Av. El Sol.....	167
Figura N° 149. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte B-B	167
Figura N° 150. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte C-C	168
Figura N° 151. Propuesta de rediseño intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Afligidos	168
Figura N° 152. Propuesta de rediseño calle Pte. Rosario, corte 11-11	169



Figura N° 153. Propuesta de rediseño calle Arrayan, corte 12-12	169
Figura N° 154. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 13-13	169
Figura N° 155. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 14-14	170
Figura N° 156. Propuesta de rediseño intersección calle Pachacutec – Av. El Sol	170
Figura N° 157. Propuesta de rediseño calle Pachacutec, corte 19-19	171
Figura N° 158. Propuesta de rediseño Av. El Sol, corte 20-20	171
Figura N° 159. Propuesta de rediseño Av. El Sol, corte 21-21	172
Figura N° 160. Propuesta de la intersección Av. El Sol. – Av. Tulumayo – Av. Regional	172
Figura N° 161. Propuesta de rediseño Av. Regional, corte 22-22	173
Figura N° 162. Propuesta Calle Tulumayo, corte 23-23	173
Figura N° 163. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 24-24	173
Figura N° 164. Red vial de la Av. El Sol	174
Figura N° 165. Histograma de áreas.....	175
Figura N° 166. Intersección 01 Calle Mantas con Avenida El Sol - VISSIM	177
Figura N° 167. Intersección 02 Calle Almagro con Avenida El Sol - VISSIM.....	178
Figura N° 168. Intersección 03 Calle Ayacucho – Calle Afligidos – Av. El Sol - VISSIM	178
Figura N° 169. Intersección 04 Calle Pte Rosario – Calle Arrayan – Av. El Sol - VISSIM	179
Figura N° 170. Intersección 05 Calle Garcilaso – Av. El Sol - VISSIM	179
Figura N° 171. Intersección 06 Av. El Sol – Calle. Pachacutec - VISSIM.....	180
Figura N° 172. Intersección 07 Av. El Sol – Av. Tulumayo – Av. Regional - VISSIM .	180
Figura N° 173. Propuesta de rediseño de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol	181
Figura N° 174. Propuesta de rediseño de la intersección Av. El Sol – Calle Almagro.....	181
Figura N° 175. Propuesta de rediseño de la intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho- Calle Afligidos.....	182
Figura N° 176. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Calle Pte. Rosario- Calle Arrayan	182
Figura N° 177. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Av. Garcilaso	183
Figura N° 178. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Calle Pachacutec.....	183
Figura N° 179. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Av. Tulumayo – Av. Regional	184
Figura N° 180. Modelado 3D de la Intersección Calle Mantas con Av. El Sol	184
Figura N° 181. Modelado 3D de la Intersección Calle Almagro con Av. El Sol.....	185
Figura N° 182. Modelado 3D de la Intersección Calle Ayacucho con Av. El Sol.....	185
Figura N° 183. Modelado 3D de la Intersección Calle Arrayan/Pte. Rosario con Av. El Sol	186



Figura N° 184. Modelado 3D de la Intersección de Av. Garcilaso con Av. El Sol	186
Figura N° 185. Modelado 3D de la Intersección de Av. Pachacutecq con Av. El Sol	187
Figura N° 186. Modelado 3D de la Intersección Av. El Sol – Av. Tulumayo – Av. Regional.....	187
Figura N°187. Creación de vías en intersecciones en Vissim	189
Figura N° 189. Definición de conflictos en el programa Vissim	191
Figura N° 190. Identificación de errores en el desarrollo del modelo.....	192
Figura N° 191. Herramienta en vissim vehicle travel times.....	193
Figura N° 192. Recolección de datos en la Calle Mantas con Av. El Sol.....	219
Figura N° 193. Recolección de datos en la Calle Ayacucho - Av. El Sol – Calle Arrayan	219
Figura N° 194. Recolección de datos de subida en la Calle Ayacucho - Av. El Sol – Calle Afligidos	220
Figura N° 195. Recolección de datos de subida en la Calle Pte. Rosario - Av. El Sol – Calle Arrayan	220
Figura N° 196. Recolección de datos de subida en la Av. Garcilaso - Av. El Sol	221
Figura N° 197. Recolección de datos en la Av. Regional - Av. El Sol – Calle Tulumayo	221
Figura N° 200. Parámetros de simulación - VISSIM	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 201. Obtención de resultados - VISSIM.....	224



Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

En el mundo existen ciudades declaradas Patrimonio de la humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación – UNESCO, como en Italia (51 ciudades), China (50 ciudades), España (45), México (34 ciudades) entre otras, debido a la importancia de esta distinción también se tienen estas ciudades en el Perú donde encuentra la Ciudad del Cusco, la cual cuenta con muchos años de antigüedad donde sus calles, avenidas y pasajes tienen una gran importancia cultural e histórica, como es el caso de la Avenida El Sol, la cual es considerada como la vía de acceso más importante que conecta al centro histórico con los distritos aledaños de la ciudad del Cusco, la avenida El Sol fue construida según su contexto histórico y cultural.

Actualmente en la avenida El Sol se observa problemas tales como: congestión vehicular, aglomeración de peatones, la inexistencia de ciclovías exclusivas y accidentes de tránsito, estos problemas están relacionados directamente a la falta del ordenamiento vial y a la obsolescencia del antiguo diseño de vía, también la misma que causa que los peatones no cuenten con una movilidad confortable, cómoda y amigable, por otra parte los ciclistas no cuentan con una ciclovía exclusiva para su uso por lo que comparten el mismo carril que los vehículos resultando peligroso para su integridad física. La configuración vial amerita una revisión de sus componentes y su sección transversal, así como un análisis vial donde se incluya la movilidad sostenible tanto de peatones como de ciclistas y su adecuado funcionamiento.

La movilidad sostenible implica darle prioridad al desplazamiento de las personas por encima del de los vehículos automotores, y establece una conexión entre estos desplazamientos y su impacto en el medio ambiente (Dextre & Avellaneda, 2014).

1.1.1.1. Ubicación geográfica:

La investigación tiene como zona geográfica el impacto vial en la Av. El Sol, con el punto de inicio en la intersección de la Calle Mantas con la Av. El Sol coordenada UTM 177516 E, 8503647 N y finaliza en la intersección la Av. El Sol con la Av. Tullumayo, coordenada



UTM 178232 E, 8502818 N, además se ubicación es:

- Departamento: Cusco
- Provincia: Cusco

Figura N° 1. Mapa del Departamento y Provincia del Cusco



Fuente: Wikipedia. Adaptación Propia

La Av. Sol se ubica en el Centro Histórico de la Ciudad del Cusco y pertenece al Distrito de Cusco.

Las intersecciones que comprenden la avenida El Sol son los siguientes:

- Av. El Sol – Calle Mantas.
- Av. El Sol – Calle Almagro.
- Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos.
- Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan.
- Av. El Sol – Calle Garcilaso.
- Av. El Sol – Calle Pachacutec.
- Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.



Figura N° 2. Ubicación de la Av. El sol



Fuente: Google Earth

Las intersecciones que se encuentran a lo largo de la avenida El Sol y en las cuales evaluarán para la presente investigación son las siguientes:

La intersección N° 01: Calle Mantas – Avenida El Sol se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8503647.00 N 177517.00 E

Figura N° 3. Intersección Calle Mantas con Avenida El Sol

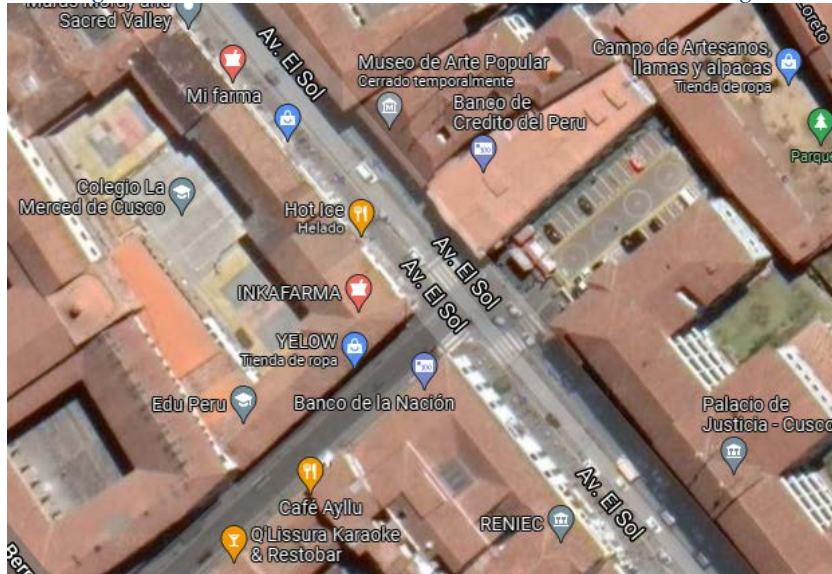


Fuente: Google Maps

La intersección N° 02: Avenida El Sol – Calle Almagro se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8503555.00 N, 177597.00 E.



Figura N° 4. Intersección Avenida El Sol con Calle Almagro



Fuente: Google Maps

La intersección N° 03: Avenida El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8503469.00 N, 177669.00 E.

Figura N° 5. Intersección Avenida El Sol con Calle Ayacucho y Calle Afligidos



Fuente: Google Maps

La intersección N° 04: Avenida El Sol – Calle Puente Rosario – Calle Arrayan se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8503331.00 N, 177788.00 E



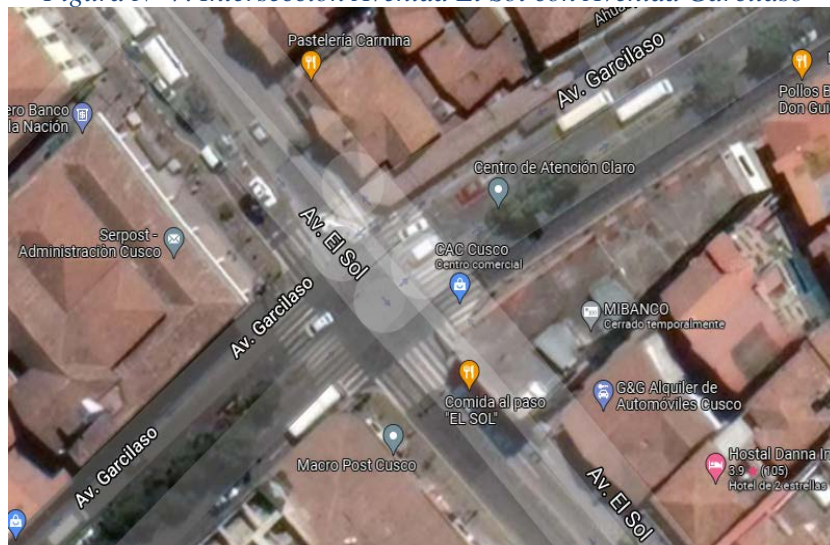
Figura N° 6. Intersección Avenida El Sol con Calle Puento Rosario con Calle Arrayan



Fuente: Google Maps

La intersección N° 05: Avenida El Sol – Av. Garcilaso se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8503063.00 N, 178014.00 E

Figura N° 7. Intersección Avenida El Sol con Avenida Garcilaso



Fuente: Google Maps

La intersección N° 06: Avenida El Sol – Calle Pachacutec se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8502957.00 N, 178112.00

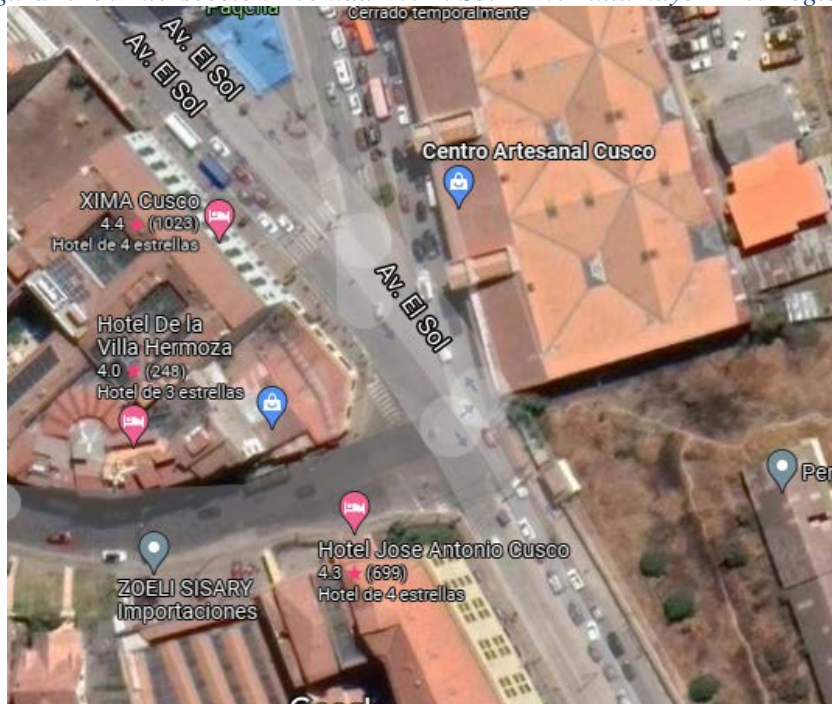
Figura N° 8. Intersección Avenida El Sol con Calle Pachacutec



Fuente: Google Maps

La intersección N° 07: Avenida El Sol – Avenida Tullumayo – Avenida Regional se encuentra en el centro histórico, provincia del Cusco, departamento del Cusco con coordenada UTM 8502820.00 N, 178233.00 E

Figura N° 9. Intersección Avenida Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional



Fuente: Google Maps

1.1.2. Formulación interrogativa del problema:

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cuál es el impacto vial generado por el rediseño geométrico de la sección transversal de la



Av. el Sol como eje preferente peatonal y ciclista?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

Problema específico N° 1: ¿Cuál es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en las demoras de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista?

Problema específico N° 2: ¿Cuál es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en la capacidad vial de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista?

Problema específico N° 3: ¿Cuál es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal con el uso de los dispositivos de control en la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista?

Problema específico N° 4: ¿Cuál es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en los niveles de servicio en la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista?

Problema específico N° 5: ¿Cuál es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en el volumen peatonal y ciclista en la Av. Sol?

1.2. Justificación e importancia de la investigación:

1.2.1. Justificación técnica

El tema de la investigación permite analizar e identificar el impacto vial que genera la propuesta de un rediseño geométrico en el cual se modifica la geometría de la sección transversal reduciendo el número y ancho de carriles e incrementando una ciclovía exclusiva y el ancho de las veredas en toda la Av. El sol, para esto se analiza las demoras, capacidad vial, los dispositivos de control y niveles de servicio, para la situación actual y el nuevo planteamiento de rediseño utilizando programas computacionales los cuales permiten la micro simulación para finalmente obtener planos.

1.2.2. Justificación social

La avenida el Sol por ser una vía que conecta de manera directa el centro histórico de la



ciudad con los distritos de Santiago, Wanchaq y el Cercado del Cusco, además que en esta se encuentran diferentes establecimientos tanto públicos y privados es de gran importancia para los residentes de la ciudad, conductores, peatones, turistas nacionales y extranjeros, quienes experimentarían transitar en la vía y en sus intersecciones de alta demanda, además que los vehículos que transitan ya sea hacia el centro histórico o hacia los distritos aledaños a la vía estas se complementa con las nuevas formas de movilidad como lo es la de los ciclistas que se ven obligados a pasar por toda la longitud de la vía que en la actualidad no cuenta con una ciclo vía.

La geometría de la sección transversal en la actualidad genera pérdida de tiempo, estrés y molestias en los usuarios de la vía para lo cual se busca optimizar y priorizar la movilidad para los peatones y ciclistas, reduciendo la cantidad de vehículos que transitan en la Avenida El Sol.

1.2.3. Justificación por viabilidad

La presente investigación es viable ya que contamos con lo siguiente:

- Se tiene acceso disponible al área de estudio la avenida El Sol la cual es una vía pública.
- Se cuenta con la metodología que en síntesis evalúa las condiciones de tráfico manteniendo las condiciones iniciales.
- Se cuenta con los datos necesarios como: las medidas geométricas de la vía, anchos de veredas y secciones transversales a lo largo de la avenida El Sol y en sus intersecciones las cuales se obtuvo mediante la realización del levantamiento topográfico.
- Se cuenta con el acceso a software de micro simulación, el cual están al alcance y disposición del investigador.
- Se cuenta con el financiamiento para realizar la investigación por lo que los gastos pueden ser asumidos.

1.2.4. Justificación por relevancia

El tema desarrollado en Av. El Sol es una de las vías de mayor importancia la cual se encuentra en el centro histórico de la ciudad del Cusco y que conecta al centro de la ciudad con los demás distritos, sobre esta vía.



1.3. Limitaciones de la investigación

1.3.1. Limitaciones por espacio

Ubicación geográfica: Departamento: Cusco, Provincia: Cusco, Distritos: Wanchaq y Cusco.

Tabla N° 1. Coordenadas UTM de la Av. El Sol

	Inicio	Fin
Norte	8503647.00 N	8502820.00 N
Este	177517.00 E	178233.00 E

Fuente: Elaboración Propia

La investigación se realizó en toda la avenida El Sol que cuenta con una longitud de 1100 metros y en todas sus intersecciones, ubicada en la provincia del Cusco y departamento del Cusco, las cuales son las siguientes:

1.3.2. Limitaciones por tiempo

La investigación se limita a los datos recolectados con fecha: mes de Setiembre del año 2022, los que consiste en: los aforos vehiculares, aforos peatonales, ciclistas e inventario de los datos semafóricos los cuales se detallan en sus fichas correspondientes.

1.3.3. Limitaciones por datos

La investigación se limita a los datos obtenidos en campo, lo cual consiste en las siguientes intersecciones:

- **Intersecciones Semaforizadas**
 - Av. El Sol – Calle Mantas
 - Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos
 - Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arraya
 - Av. El Sol – Calle Garcilaso
 - Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional
- **Intersecciones No semaforizadas:**
 - Av. El Sol – Calle Almagro. Av.
 - Av. El Sol – Calle Puluchapata.
 - El Sol – Calle Pachacutecq



- Para la obtención de las medidas geométricas y el seccionamiento transversal de la vía se realizando mediante un levantamiento topográfico.
- Se limita a la obtención de datos que se realizó como: aforos vehiculares y peatonales con la ayuda de grabaciones y fichas de conteo vehicular las cuales son adjuntadas a la investigación, estas se realizaron en las intersecciones semaforizadas de la vía.
- Se uso un programa de micro simulación para ambos escenarios.

1.3.4. Limitaciones de bibliografía

La presente investigación corresponde a la rama de Ingeniería de Transportes para lo cual se utilizó equipos para la obtención de datos de campo como el conteo vehicular, peatonal y ciclista para posteriormente simular los datos en un programa de micro simulación con lo cual se analizó los resultados.

Para determinar la Capacidad y Niveles de Servicio se recurrió a la utilización de la metodología expuesta por el manual norteamericano, Highway Capacity Manual (HCM 2016), el mismo que tiene limitaciones como:

- No considera Superficie de rodadura y formas geométricas, estos aspectos no han sido incluidos en la elaboración del manual, ya que no se tienen datos para crear fórmulas que incluyan estos parámetros, además que su relevancia e incidencia no es lo suficiente para alterar los datos en estudio, por lo que se considera que son despreciables. Además, en los Estados Unidos las condiciones de los pavimentos son óptimas siempre por lo que no es un factor de estudio los baches o deterioros, por lo se asume que los pavimentos siempre están en buenas condiciones..
- La evaluación se enfoca en el impacto del rediseño de la sección transversal en los niveles de servicio de las intersecciones en el sistema vial que rodea la avenida El Sol
- La investigación se limita a estudiar el impacto vial que genera la propuesta de rediseño de la sección transversal teniendo como eje preferentemente peatonal y ciclista con ello descarta el impacto que puedan generar las construcciones aledañas a la vía
- La investigación tiene como limitante el análisis del impacto vial.



1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar cuál es el impacto vial generado por rediseño geométrico de la sección transversal de la Av. el Sol como eje preferente peatonal y ciclista.

1.4.2. Objetivos específicos

- **Objetivo específico N° 01:** Determinar cual es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en las demoras de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.
- **Objetivo específico N° 02:** Determinar cual es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en la capacidad vial de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.
- **Objetivo específico N° 03:** Determinar cual es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal con el uso de los dispositivos de control en la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.
- **Objetivo específico N° 04:** Determinar cual es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en los niveles de servicio en la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.
- **Objetivo específico N° 05:** Determinar cual es la incidencia que genera el rediseño geométrico de la sección transversal en el volumen peatonal y ciclista en la Av. Sol.



Capítulo II: Marco teórico

2.1. Antecedentes de la Tesis

2.1.1. Antecedentes a nivel local

Título	: Planteamiento de un sistema vial priorizando la movilidad peatonal en el área circundante a la Universidad Andina del Cusco.
Autor	: Condor Mantilla, Kelly; Escalante Tello, Marco André
Año	: 2018
Lugar	: Cusco - Perú
Universidad	: Universidad Andina del Cusco
Nivel	: Pre Grado

Conclusiones: La tesis concluye que el aumento de actividades en el área cercana a la Universidad Andina del Cusco afecta negativamente la movilidad peatonal en el sistema vial. Se destaca al peatón como usuario principal y la necesidad de proporcionar comodidad y seguridad en su circulación. La investigación tiene un enfoque mixto y descriptivo, se llevó a cabo una investigación no experimental transversal para recopilar información sobre los diferentes componentes del sistema vial, la funcionalidad de la infraestructura actual, los sistemas de control y la incidencia del comportamiento de los usuarios. Se usaron fichas de aforo peatonal y vehicular en puntos específicos. Los resultados de la investigación mostraron que los accesos peatonales son inadecuados, con un nivel de servicio peatonal de hasta nivel D.

Concluyeron que se debe enfatizar la movilidad a pie en la zona que rodea a la Universidad Andina del Cusco, mejorando los accesos para los peatones, tal como se ha propuesto, dándoles prioridad en los puntos de partida, los senderos y en la calle.

- **Aporte de la investigación:**

La tesis contribuye a nuestra investigación mediante el estudio del sistema vial en las cercanías de la Universidad Andina del Cusco, donde se concentra una gran cantidad de estudiantes. Se presenta una metodología donde el impacto que tendría en la seguridad vial de los estudiantes el otorgar prioridad a los peatones. El análisis se centra en la protección y seguridad de los alumnos, y muestra cómo calcular los niveles de servicio y el impacto de dar prioridad a los peatones, el uso de la metodología nos permite poder replicar dicho



análisis en otras vías de la ciudad del Cusco de forma satisfactoria el uso paso a paso de dicha metodología es un antecedente válido que ha servido de guía.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Tesis : Evaluación de los impactos generados por los proyectos de peatonalización: estudio de un caso en la ciudad de Lima.

Autor : Alejandra Rivera Cruz

Año : 2013

Lugar : Lima - Perú

Universidad : Universidad Pontificia Universidad la Católica del Perú

Nivel : Pregrado

Conclusiones: Se deduce de esta tesis que las autoridades encargadas del transporte urbano tienen la responsabilidad de gestionar el espacio público según las necesidades de cada área, a fin de lograr una movilidad más racional. El proyecto del Boulevard de José Gálvez, en el distrito de Magdalena del Mar, se analizó en términos de su impacto económico, social, ambiental, entre otros, lo que permitió evaluar los beneficios derivados de la peatonalización de la calle. Esto puede ser útil para el desarrollo de futuros proyectos con características similares. Al mejorar las condiciones físicas de la vía, especialmente su sección transversal, se genera un aumento en el número de peatones, lo que prolonga su tiempo de permanencia y amplía la variedad de actividades al aire libre, lo que a su vez mejora la comodidad del espacio.

- Aporte de la investigación:

La tesis contribuye a nuestra investigación al mostrar la metodología, criterios de planificación y beneficios de la peatonalización de vías, y al generar una evaluación de los impactos que produce. Las variables que afectan la capacidad y el nivel de servicio están definidas de manera clara y objetiva, ya sea por mediciones realizadas en campo o por datos proporcionados en el manual de Capacidad y Niveles de servicio para carreteras de dos carriles. (HCM 2000). El uso del método americano de capacidad vial, no permitirá replicar dicho análisis, pero con valores locales para las variables de estudio.



2.1.3. Antecedentes a nivel internacional

Tesis	: Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues.
Autores	: Ángel Gilberto Jerez Hernández, Oscar Emanuel Morales Santos.
Año	: 2015
Lugar	: Cuenca - Ecuador
Universidad	: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
Nivel	: Pregrado.

Conclusiones: En este estudio se describió el proceso de crecimiento vehicular, el cual es uno de los factores más importantes en el progreso y desarrollo de un centro urbano. La aplicación adecuada de un método de estudio de tráfico lleva a una buena planificación urbana y beneficios económicos. El propósito de esta investigación fue examinar la habilidad y el rendimiento de servicio en diez áreas críticas de la ciudad de Azogues, y proponer una solución para los problemas de tráfico y seguridad vial. La información sobre los niveles de tráfico y los movimientos en las zonas conflictivas fue recolectada a través de la realización de aforos, los cuales se utilizaron para el análisis de las intersecciones con y sin semáforos, junto con la metodología correspondiente.

- **Aporte de la investigación:**

La tesis contribuye a nuestra investigación al proporcionar una definición clara y objetiva de todas las variables que influyen en la determinación de la capacidad y el nivel de servicio, ya sea a través de mediciones de campo o de datos obtenidos del manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles (HCM 2000).



2.2. Aspectos teóricos pertinentes

En el presente capítulo se explican los términos utilizados durante la elaboración de la presente tesis.

2.2.1. Rediseño geométrico de la sección transversal

El rediseño de la sección transversal de una vía consiste en la formulación de una propuesta de un nuevo diseño geométrico, basado en parámetros actuales, para reestructurar el espacio público, ofrecer mayor confort y seguridad a transportistas, ciclistas y peatones, donde se conceptualiza una estructura pensando en que los espacios públicos requieren una mejora continua en cuanto a su desempeño la cual es importante en la vida social y económica de una ciudad, incrementa el valor al área circundante de la vía y contribuye al sentido del lugar, las calles forman desempeña una función importante dentro de la estructura urbana y tienen un impacto significativo en la vida cotidiana.

Si la causa del problema es un vehículo que no puede transitar por carreteras y calles antiguas, la solución integral implicará construir nuevos tipos de vías que se adapten a este vehículo, dentro de lo posible. Será necesario diseñar ciudades con trazos innovadores que cuenten con calles destinadas al tránsito del vehículo moderno, considerando todas las características que le son propias (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

2.2.1.1. Aspectos a considerar en el diseño geométrico

• Dimensiones de los vehículos y vehículo de diseño

A la hora de determinar el vehículo de diseño, es necesario considerar el vehículo de mayor demanda y mayor frecuencia de uso en la infraestructura, teniendo en cuenta la pendiente, composición vehicular, ocupación del transporte y área de actividad. El tamaño de los vehículos y la elección de los elementos de intersección dependerán de las corrientes vehiculares a las que se conecten, sin afectar a la intersección ni a otros elementos de la vía. Se debe tener en cuenta algunas consideraciones como:

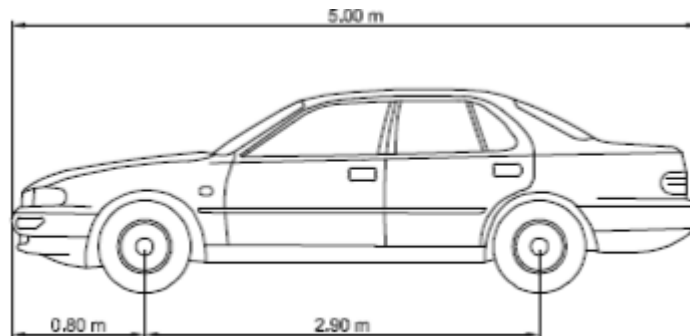
- El ancho del vehículo adoptado como de diseño, influye en el ancho del carril de circulación, de las bermas, el sobrecarril de las curvas y en las dimensiones de los estacionamientos.
- La distancia entre ejes influye en el ancho y en los radios mínimos externos e internos de las vías.
- La longitud total del vehículo tiene influencia en el ancho de la berma en la extensión



de los carriles de espera, en los paraderos y zonas de estacionamiento.

La relación peso bruto total/potencia, afecta la pendiente máxima permitida de la carretera y participa en la determinación de si se requieren carriles cuesta arriba adicionales (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

Figura N° 10. Dimensiones de vehículo liviano.



Fuente: INVIAS. 2008

- **Capacidad de las vías urbanas.**

La capacidad de una carretera depende de la geometría y el flujo de vehículos, que a su vez depende de las condiciones de funcionamiento, los controles y el entorno de la carretera. La capacidad de tráfico es un índice para medir la eficiencia de un sistema de carreteras para satisfacer las necesidades de los usuarios y representa el flujo máximo que puede soportar una carretera. Está determinado por el número máximo de vehículos que pueden transitar por un mismo tramo de vía en un determinado intervalo de tiempo bajo la condición de considerar la infraestructura vial, el tráfico y los equipos de control.

La infraestructura vial puede tener una circulación continua o discontinua, pero usualmente es discontinua debido a elementos fijos como semáforos e intersecciones que causan interrupciones periódicas del flujo vehicular. La capacidad de un carril en condiciones ideales es de 2400 vehículos por hora, pero se debe considerar que la capacidad de una vía no puede ser diseñada en condiciones ideales. Por lo tanto, la capacidad de una vía varía entre 1800-2000 vehículos por hora por carril. Este valor es el máximo permitido, por lo que las vías deben ser diseñadas de manera que el volumen de tráfico sea mucho menor que la capacidad máxima. (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018).



Los beneficios derivados de la restauración y generación de espacio público urbano deben priorizar la geometría de las vías peatonales y ciclistas ya que forman parte de la infraestructura por la que transitan los ciudadanos y así facilitar la redistribución equitativa y sostenible del espacio viario disponible en Promover un espacio de calidad para todos los usuarios. (CAF, 2017).

La redistribución del espacio vial se lleva a cabo mediante un planteamiento de una nueva distribución del espacio, para el caso de la presente investigación está basada en la redistribución geométrica de la sección transversal de la Av. El sol teniendo con la finalidad otorgar una prioridad a la movilidad de peatones y ciclistas.

2.2.2. Geometría vial

La configuración tridimensional de una carretera se define a través de tres planos que la fijan: el plano horizontal, que establece las alineaciones horizontales; el perfil longitudinal, que establece las alineaciones verticales; y un tercer plano que define las secciones transversales de la carretera.

2.2.3. Diseño geométrico en planta

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal se refiere a la configuración de alineamientos rectos y curvas circulares de diferentes grados que se emplean para lograr una transición fluida entre las rectas y las curvas, y para regular la velocidad y la distancia de visibilidad. El radio de las curvas horizontales y la velocidad de diseño se ajustan en función de la topografía del terreno. En proyectos de carreteras de dos carriles separados, se puede considerar la posibilidad de trazar las calzadas a diferentes alturas o con ejes distintos, para adaptarse a las características del terreno. (**Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018**).

El concepto de trazo en planta se refiere principalmente a un eje, que define un punto para cada sección transversal, para los tramos de carreteras que están dentro de zonas urbanas, se puede tomar excepciones al manual.

- **Consideraciones de diseño**

Aspectos que se deben considerar en el diseño en planta:

Deben evitarse los tramos de carretera con líneas rectas largas. Tal tramo de carretera es



monótono durante el día y el riesgo de ser deslumbrado por las luces de los vehículos que circulan en sentido contrario aumenta por la noche. Es mejor usar curvas de gran radio en lugar de rutas grandes.

- Para carreteras Clase I y Clase II, la línea debe ser una combinación de curvas con un radio amplio en lugar de una tangente grande.
- En el caso de ángulos de declinación Δ pequeños, iguales o inferiores a 5° , el radio debe ser lo suficientemente grande para proporcionar una longitud de curva mínima L.

2.2.3.1. Alineamiento horizontal

Según (VCH, 2005) La alineación horizontal, o característica de diseño geométrico del plano, debe permitir, en la medida de lo posible, el movimiento ininterrumpido de los vehículos, tratando de mantener la misma velocidad de diseño en promedio en la mayor longitud de vía posible. A efectos de lograrlo los diseños en planta atienden principalmente:

- Alineamientos rectos
- Curvas Horizontales
- Sobreanchos
- Islas
- Canalización
- Carriles (Pistas) de cambio de velocidad

2.2.3.2. Alineamientos rectos

Por lo general, el diseño de una vía urbana incluye tramos rectos que tienen beneficios en términos de orientación, pero la longitud de estos tramos está limitada por el derecho de vía. En áreas residenciales donde se imponen límites de velocidad, se recomienda incluir tramos curvos para agregar variedad al paisaje y controlar la velocidad. (VCH, 2005).



Tabla N° 2. Relación velocidad directriz y longitud mínima

VELOCIDAD DIRECTRIZ		LONGITUD MINIMA DE TANGENTES PARA EL DISEÑO GEOMETRICO			
		EXPRESAS Y ARTERIALES		COLECTORAS Y LOCALES	
		1	2	3	4
Km/h	m/s	Metros	Metros	Metros	Metros
30	8.33	---	---	15	20
40	11.11	---	---	20	25
50	13.88	35	50	25	30
60	16.66	45	60	30	35
80	22.22	60	80	--	---

Fuente: (VCH, 2005)

2.2.3.3. Alineamiento vertical

Según (VCH, 2005) En las vías urbanas, a menudo no es posible elegir entre opciones de paso para probar alternativas, por lo que la topografía suele ser un factor determinante en el diseño de la altimetría de la carretera.

El diseño de carreteras permite buscar una rasante ideal mediante la evaluación de diversas pendientes, lo cual es muy diferente a lo que ocurre en el diseño de vías urbanas. En estas últimas, el trazado se encuentra limitado por la presencia de edificaciones consolidadas que dan frente a la vía, lo que obliga a adaptar la pendiente a las características del terreno existente. Desafortunadamente, algunos proyectos urbanos no consideran la importancia de utilizar pendientes adecuadas y trazan calles con gradientes muy pronunciadas.

2.2.4. Sección Transversal

En la mayoría de los casos, la sección transversal depende del nivel de servicio y del terreno que dominará la sección a lo largo de la sección en particular. “La sección transversal de una autopista se compone de anchos de áreas o derechos de vía, anchos de nivel, anchos de escalones o plataformas, coronas, calzadas, carriles, bermas, zanjas, taludes laterales y otros elementos complementarios.” (VCH, 2005)

2.2.4.1. Características geométricas

El proceso de diseño de la sección transversal incluye la creación de varios elementos que están influenciados por la demanda de tráfico, la capacidad vial posible, las regulaciones gubernamentales y las limitaciones geométricas de la vía, entre otros factores. (VCH, 2005).

Los elementos de la sección transversal son:

- Número de carriles / ancho de las calzadas.



- Ancho de los carriles.
- Bombeo y Peralte (Pendiente Transversal).
- Separadores o bermas centrales.
- Bermas laterales.
- Sardineles.
- Distancias laterales y verticales libres en las vías.

El diseño deberá ser suficiente y debe cumplir con las necesidades de los habitantes del lugar y del peatón, brinden comodidad, seguridad y funcionalidad adecuadas a los conductores (VCH, 2005).

2.2.4.2. Número de carriles y ancho de las calzadas

En los estudios de planificación vial y de tráfico urbano, se establecen el número de carriles y el ancho de la vía. Para una calle de un solo sentido, el mínimo razonable es un carril y se recomienda un máximo de cuatro carriles. Este valor máximo es en realidad una pauta estricta, ya que puede ser conveniente disponer de dos carriles de circulación por sentido en los casos en que la demanda sugiera más carriles. La primera de ellas, probablemente más cercana al centro de la vía, se utiliza para vehículos con recorridos más largos, y la otra funciona como vía local. (VCH, 2005).

2.2.4.3. Ancho de carriles

El ancho recomendado de los carriles viales dependerá en gran medida de la misma clasificación y velocidad de diseño adoptada, sin embargo, no siempre es posible diseñar de acuerdo con las condiciones ideales. (VCH, 2005).

Se refiere al espacio longitudinal disponible para un vehículo en una vía de circulación. Es una medida importante en el diseño de carreteras y calles, ya que afecta la capacidad y seguridad del tráfico. Los carriles anchos permiten una mayor flexibilidad en la conducción, ya que permiten a los vehículos maniobrar con mayor facilidad y reducen la probabilidad de choques laterales. Sin embargo, los carriles estrechos pueden fomentar la reducción de velocidad.

El ancho de los carriles varía según el tipo de vía y la función que se le asigne. Por ejemplo, las carreteras de alta velocidad suelen tener carriles más anchos que las calles urbanas, mientras que los carriles de bicicletas y las autopistas pueden tener anchuras específicas. El



ancho recomendado para un carril de tráfico en una carretera con múltiples carriles varía de 3,5 a 4,3 metros, dependiendo de la velocidad del tráfico y del volumen de vehículos

Tabla N° 3. Clasificación de vías y los anchos de carril

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts) (5)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	COLECTORA	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
		50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
ARTERIAL		60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0
EXPRESAS		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: (VCH, 2005)

2.2.4.4. Bombeo y peralte en secciones transversales

La pendiente de las secciones transversales debe tenerse presente que el diseño geométrico de vías urbanas presenta condicionamientos altimétricos especiales para los bordes de las vías debido a la obligación de producir empalmes coherentes y estéticos con los demás elementos urbanos. (VCH, 2005).

- Bombeo

El propósito de la inclinación de las secciones transversales en tramos rectos o "bombeo" es permitir un drenaje superficial efectivo. Esta pendiente puede mantenerse uniforme a lo ancho de la carretera o presentar variaciones simétricas para que el agua pueda fluir hacia ambos lados (VCH, 2005).

Tabla N° 4. Bombeo de la calzada

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3) 2.75	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (1)	3.0 – 4.9

Fuente: (VCH, 2005)



• **Pendiente mínima**

Según el (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018) Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales, se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

• **Pendiente máxima**

En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos según la siguiente tabla, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.

Tabla N° 5. Velocidad de diseño con pendientes

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Fuente: DG 2018

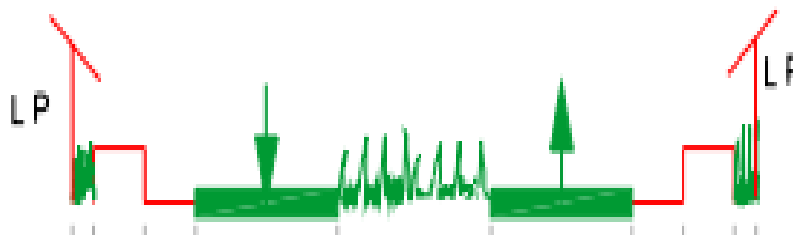
2.2.4.5. Secciones transversales típicas

Dimensiones de las secciones transversales típicas utilizadas para ciertos tipos de caminos, como se debe considerar en la construcción de nuevos caminos o proyectos de mejora de caminos existentes.

- **Secciones típicas en vías colectoras**

Estos caminos sirven tanto al tráfico de paso como a las propiedades vecinas, pudiendo organizarse estos caminos en carriles que sirvan a ambos servicios o los separen, si por razones técnicas y económicas se considera conveniente. En áreas comerciales y residenciales multifamiliares, los caminos de distribución se ampliarán convenientemente a acomodar áreas de estacionamiento y aceras, con dimensiones sugeridas de 6,00 m y 3,00 m, respectivamente. (VCH, 2005).

Figura N° 11. Sección transversal típica de vía colectora de 2 carriles en vías urbanas



Fuente: (VCH, 2005).

2.2.5. Intersecciones viales

Una intersección es un área pública donde dos o más caminos se cruzan al mismo nivel, incluidos los caminos que los vehículos pueden usar para todos los movimientos posibles. (VCH, 2005)

- **Tipos de intersecciones viales**

Los cruces de carreteras pueden ser llanos o desiguales, entre autopistas o con vías férreas, dependiendo de las características del cruce y de los requisitos del diseño geométrico del proyecto. Las intersecciones son elementos discontinuos en cualquier red vial. (Bañon & Beiva, 2000).

- **Intersecciones a nivel**

Son elementos discontinuos porque representan emergencias que requieren un manejo especial, se deben considerar maniobras poco frecuentes como la incorporación, divergencia o cruce al planificar las intersecciones, las cuales deben contar con condiciones ideales de seguridad, visibilidad y capacidad. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)



A. Criterio de diseño

Los criterios de diseño obligaron a implementar cada caso recurriendo a todos los elementos disponibles (ensanches, islas o isletas, carriles auxiliares, etc.).

B. Criterios generales

Prefiere las acciones más importantes. Las carreteras primarias y secundarias deben designarse en el diseño para determinar las preferencias y restricciones del tráfico vehicular (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018).

C. Consideraciones de tránsito

Las principales consideraciones del tránsito que condicionan la elección de la solución a adoptar, son las siguientes:

- Su relación con el tránsito de peatones y vehículos pequeños, y las estadísticas de accidentes de tránsito.
- El volumen de tráfico concentrado en el cruce, su distribución y posible previsión de movimiento para determinar las capacidades de diseño de sus elementos.
- Tráfico por tipo de vehículo, la velocidad a la que circulan y las características con las que interactúan durante el uso del dispositivo.

D. Demanda y Modelación

La demanda es la variable de tráfico más importante en el diseño de intersecciones porque la capacidad generada por dicho diseño debe satisfacerla. Esto significa el dimensionamiento geométrico y estructural de sus unidades constituyentes, su funcionamiento en presencia de tales elementos (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018).

E. Elección del tipo de control

El tipo y las características de los elementos de señalización y los dispositivos de control de tráfico proporcionados para mejorar el movimiento de vehículos y peatones dependerán del diseño de la intersección a nivel.

- Tránsito en la vía secundaria incidente.
- Tiempos de llegada y salida de los vehículos en ambas vías (intervalo crítico).
- Tiempos en la vía principal.

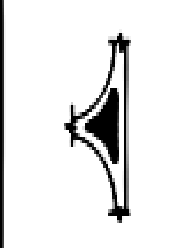
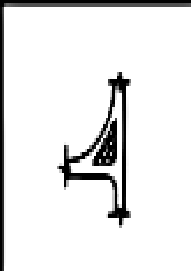
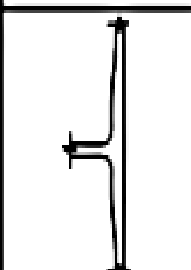
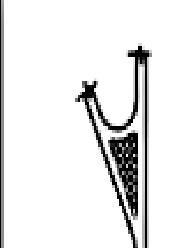
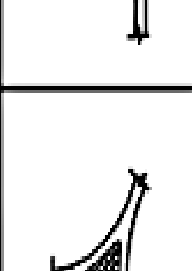
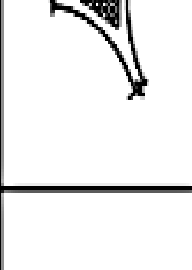
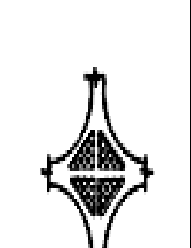
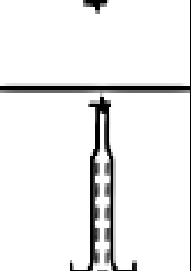
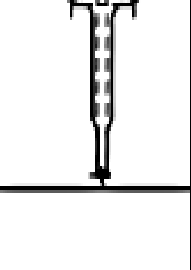
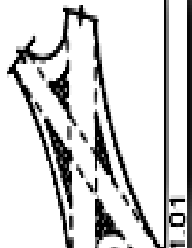
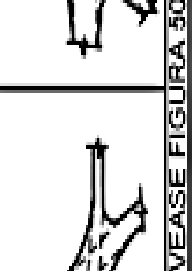
- **Tipología de intersección a nivel**

La clasificación de las intersecciones se basa principalmente en su estructura (número de ramas que confluyen en ellas), terreno, flujo de tráfico y el tipo de servicio necesario o impuesto. La siguiente tabla proporciona una descripción de los tipos fundamentales de intersecciones a nivel.

A. Intersección según su composición

El tipo de intersección generalmente viene marcado por el número de sus ramales, por lo que existen los siguientes tipos (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

Figura N° 12. Tipos de intersecciones a nivel

DE TRES RAMALES	DE CUATRO RAMALES	ESPECIALES
<p>EMPALME EN T</p> <p>SIMPLE</p>  <p>ENSANCHADA</p>  <p>CANALIZADAS</p> 	<p>EMPALME EN Y</p> <p>SIMPLE</p>  <p>ENSANCHADA</p>  <p>CANALIZADA</p>  <p>+ INTERSECCION EN X</p> <p>SIMPLE</p>  <p>ENSANCHADA</p>  <p>CANALIZADA</p> 	<p>EN ESTRELLA</p>  <p>VEASE FIGURA 501.01</p> <p>ROTONDA</p> 

Fuente: (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

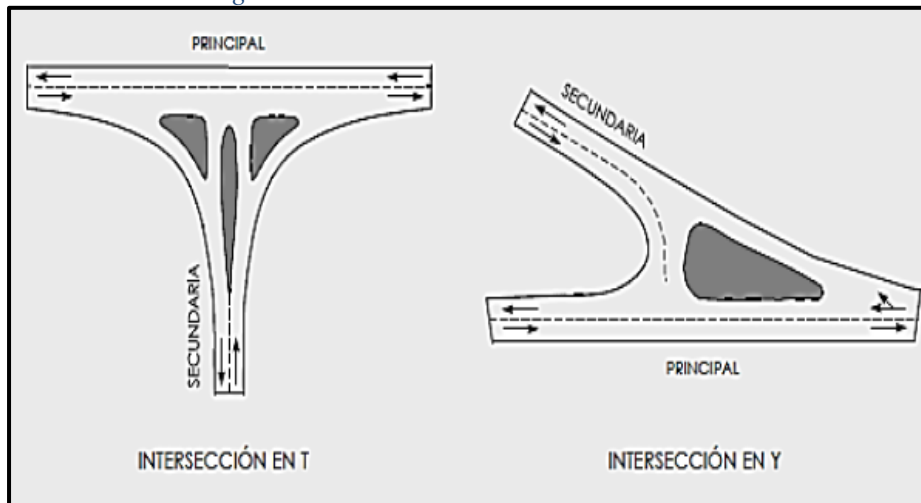


a) Intersecciones de 3 ramales

Se usan para permitir el cruce entre carreteras principales y secundarias, con estas últimas convergiendo en las primeras. Existen dos tipos distintos según su diseño geométrico en planta:

- Intersecciones en T: Las ramas se cruzan creando ángulos superiores a los 60° , lo que significa que tienen direcciones que son casi perpendiculares entre sí.
- Intersecciones en Y: Entre los ramales, hay por lo menos un ángulo que tiene una medida inferior a los 60 grados.

Figura N° 13. Intersecciones de tres ramales



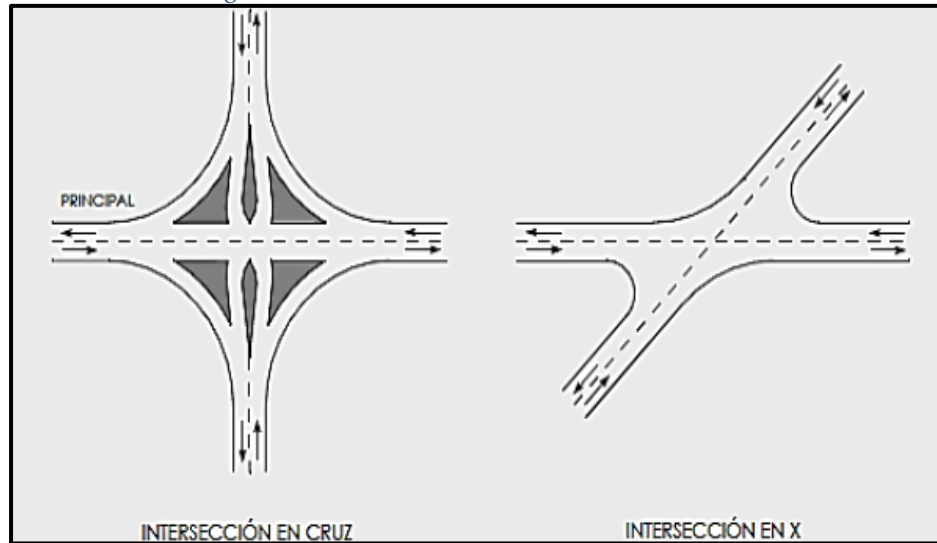
Fuente: (Bañon & Beiva, 2000)

b) Intersecciones de 4 ramales.

En estos cruces, hay cuatro ramales en total que se entrecruzan, y por lo general tienen una longitud parecida. Esto es similar a lo que sucede en los cruces previamente mencionados, se distinguen dos tipos: Intersección en cruz: En todo caso, los ramales se entrecruzan formando ángulos que superan los 60 grados, y tienen direcciones que son casi perpendiculares entre sí. Intersecciones en X: Los ramales forman dos ángulos menores de 60° (Bañon & Beiva, 2000).



Figura N° 14. Intersecciones de cuatro ramales



Fuente: (Bañon & Beiva, 2000)

2.2.5.1. Intersecciones semaforizadas

Una de las situaciones más difíciles en el sistema vial son las intersecciones que están reguladas por semáforos. El análisis de estas intersecciones debe tener en cuenta diversos factores, como la cantidad y la disposición del tráfico, las características geométricas y la señalización específica de la intersección. Además, en las intersecciones con semáforos hay que considerar otro aspecto en la capacidad: la distribución del tiempo.

Básicamente, un semáforo reparte tiempo entre el tráfico que entra en conflicto y que intenta utilizar la misma zona física.

El enfoque metodológico descrito se utiliza para evaluar tanto la capacidad como el nivel de servicio de los accesos a una intersección. La capacidad se mide mediante la relación entre la intensidad de la demanda y la capacidad disponible (relación I/c), mientras que el nivel de servicio se mide en función del promedio de la demora de parada por vehículo. (seg/v) (Highway Capacity Manual HCM, 2016)

2.2.5.2. Intersecciones no semaforizadas

Los conductores deben usar su propia percepción del tiempo y el espacio para realizar los movimientos deseados de manera segura y oportuna. Estos cruces no tienen señales de control de tráfico que indiquen cuándo hacer un movimiento, por lo que los usuarios deben tomar decisiones basadas en su propia percepción del tiempo y espacio, para determinar cuándo hacer el movimiento y si es seguro hacerlo. (Highway Capacity Manual HCM, 2016).

Son aquellas que no cuentan con señales de control de tránsito, lo que significa que los conductores deben depender de su percepción del tiempo y espacio para decidir cuándo y si



es seguro ejecutar un movimiento deseado en el cruce.

Las áreas donde se pueden presentar conflictos importantes con otros movimientos direccionales están ampliamente distribuidas. (Depiante V., 2011)

2.2.6. Veredas

Son las áreas destinadas al tránsito de peatones y se encuentran generalmente a un costado de la vía o calle. Estas zonas suelen estar pavimentadas y separadas de la calzada por una acera o bordillo. Las veredas también pueden incluir elementos como mobiliario urbano, iluminación, vegetación y señalización, con el objetivo de brindar un espacio seguro y cómodo para el desplazamiento de los peatones. Además, las veredas pueden ser diseñadas para cumplir con requisitos de accesibilidad, como rampas de acceso para personas con discapacidad o señalización táctil para personas con discapacidad visual.

2.2.6.1. Ancho de vereda

Para permitir una circulación fluida y sin obstáculos de los peatones, se debe prever un ancho adecuado. El ancho mínimo recomendado para un flujo peatonal es de 2 metros, lo que permite que dos personas con paquetes, carros de niños o sillas de ruedas puedan cruzarse sin dificultad. En algunas situaciones, como en calles locales con muy poco tráfico peatonal, el ancho mínimo recomendado puede reducirse a 1,20 metros, que es el mínimo absoluto permitido por la normativa GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones para el diseño urbano de las vías. En casos en los que el tráfico vehicular es muy bajo, puede ser conveniente analizar la posibilidad de eliminar por completo la acera.

Tabla N° 6. Ancho de veredas según el tipo de vía peatonal

Dimensionamiento			
Clasificación Vial	Mínimo (M)	Deseable	Observación
Expresa	***	***	No Recomendable
Arterial	2.5 – 3-50	4.00	Protección
Colectora	1.5 – 2.50	3.00	Protección
Local	1.2 – 1.50	2.00	***

FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en vigor en nuestro país, se establece que en las áreas destinadas a la vivienda, la dimensión mínima transversal para una vía peatonal es de 6 metros. Sin embargo, en caso de que la construcción de viviendas y la urbanización se realicen al mismo tiempo, esta dimensión puede reducirse a 4 metros. En este caso, se debe garantizar que la acera tenga un ancho mínimo de 1,80 metros dentro del derecho de paso destinado al flujo peatonal.

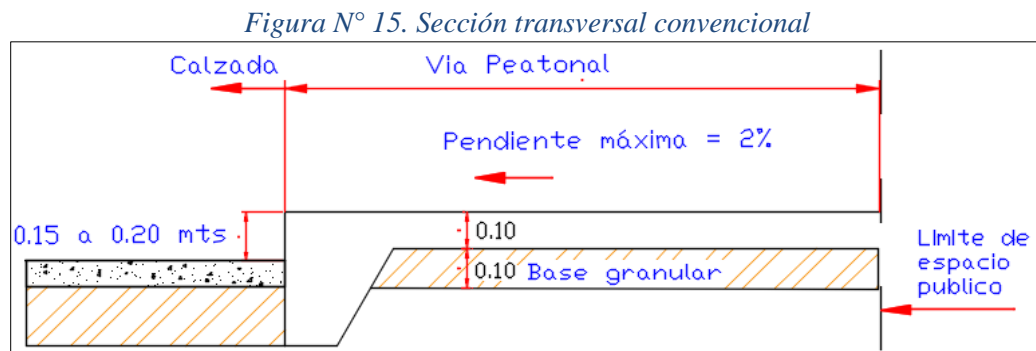


En algunos proyectos de regularización de habilitaciones urbanas o asentamientos urbanos ya consolidados, puede ser difícil cumplir con las dimensiones mencionadas anteriormente debido a la falta de espacio reservado para vías durante su planificación. Sin embargo, existen disposiciones especiales para estas circunstancias, así como para las nuevas habilitaciones destinadas a viviendas de interés social, que permiten que las vías peatonales tengan un ancho mínimo de 3.00 metros o 1/20 de su longitud, lo que sea mayor.

2.2.6.2. Sección transversal de veredas

La franja en cuestión debe presentar una sección uniforme sin irregularidades que puedan representar un riesgo. En algunos casos, se puede destacar mediante el uso de una línea que tenga un color diferente para fines estéticos, aunque esta línea no debe sobresalir de la línea continua que define el perfil de la franja.

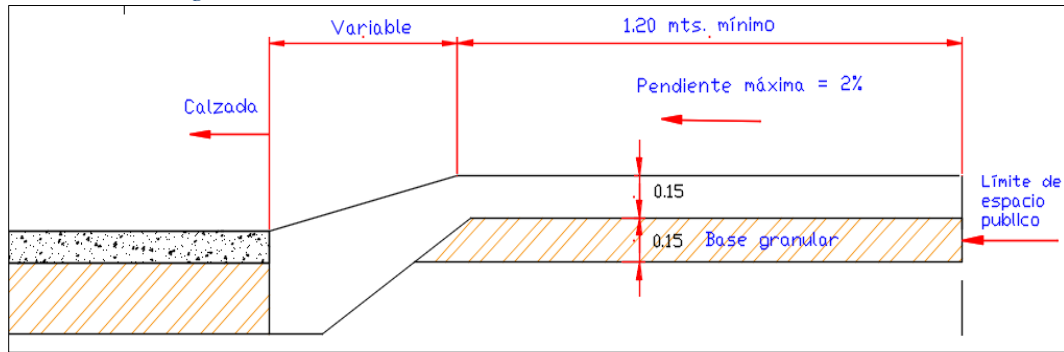
La inclinación lateral de la vía peatonal debe ser uniforme, manteniendo una pendiente mínima de 0.5% en superficies lisas y no superando una inclinación máxima del 3% en superficies ásperas o sin revestimiento. Si la vía peatonal está revestida, la pendiente transversal máxima permitida es del 2%. Si la entrada de un predio cruza una vía peatonal, la inclinación de la entrada debe ajustarse para cumplir con el requisito de pendiente máxima de la vía peatonal.



FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005, P. 10



Figura N° 16. Sección transversal en zona de acceso vehicular



FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005, P. 10

2.2.6.3. Pendiente longitudinal.

La inclinación de la vía peatonal en el sentido de la marcha no debe superar la inclinación permitida para las calzadas adyacentes. No obstante, se autorizará que la pendiente de las vías peatonales sea superior a la de las calzadas adyacentes, siempre y cuando no exceda del 5%.

2.2.7. Ciclovías

Se prefiere la integración de la infraestructura para ciclistas al nivel de la calzada o al separador lateral o central, ya que hace que la ruta del ciclista sea más cómoda y directa en comparación con las ciclovías ubicadas en la vereda. Además, esta opción reduce los conflictos en las intersecciones tanto con peatones como con vehículos motorizados.

La infraestructura ciclista puede ser de dos tipos: bidireccional o unidireccional. En el caso de la unidireccional, se ubica generalmente en el lado derecho de la carretera para facilitar el movimiento de los ciclistas en la misma dirección del tráfico y permitir una fácil integración en una nueva calle cuando se cambia de dirección. Estas infraestructuras suelen ser más rentables ya que son de bajo costo, se implementan rápidamente y brindan seguridad y comodidad a los ciclistas (Terrestre, 2001)

Son vías destinadas exclusivamente para el tránsito de bicicletas. Estas vías suelen estar separadas del resto de la carretera y suelen estar marcadas con señalizaciones específicas y pintura de colores distintivos para indicar su uso exclusivo para bicicletas. Las ciclovías pueden ser una alternativa segura y sostenible para que los ciclistas puedan moverse por la ciudad sin competir con los vehículos a motor. Además, pueden fomentar la práctica del ciclismo como medio de transporte y promover una vida más activa y saludable.



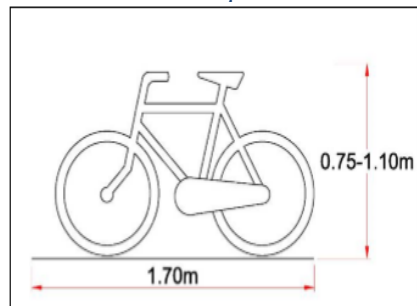
2.2.7.1. Diseño de ciclovías

Para el diseño de las ciclovías se debe tener en cuenta principalmente las siguientes condiciones:

Se requiere un ancho apropiado para que los ciclistas puedan circular de manera segura y cómoda, ya sea en un solo sentido o en ambos sentidos. Además, es importante asegurar que los peatones, ciclistas y conductores de vehículos se noten entre sí con suficiente antelación y espacio, maniobras y garantizar la seguridad de circulación sobre la vía.

Al determinar el espacio requerido para el tránsito de bicicletas, es importante tener en cuenta tanto el tamaño del vehículo como el espacio necesario para el movimiento del ciclista, incluyendo su cuerpo y la bicicleta, así como el espacio necesario para pedalear.

Figura N° 17. Dimensiones promedio de una bicicleta

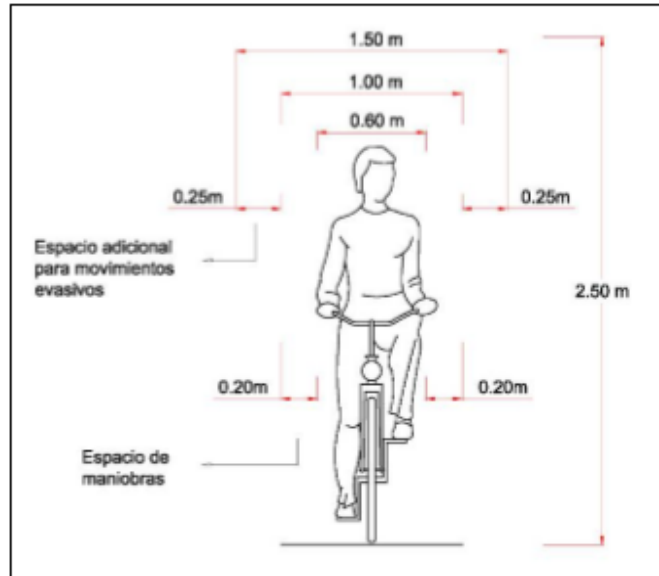


Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Los manubrios son la parte más ancha de la bicicleta, los más comunes en bicicletas de ciudad son de 0.60 m. de ancho, a esto debe incrementarse 0.20 m. a cada lado para el movimiento de brazos y piernas.

En circunstancias normales, un ciclista requiere un ancho mínimo de 1 metro para mantener el equilibrio mientras se mueve a baja velocidad o cruza intersecciones. Sin embargo, se debe considerar un espacio adicional de 0.25 metros a cada lado para permitir maniobras evasivas, lo que resulta en un ancho total mínimo de 1.50 metros. Además, se requiere un espacio vertical libre de 2.50 metros para permitir el paso del ciclista, aunque una persona en bicicleta no alcanza esta altura sentada.

Figura N° 18. Espacio de operación del ciclista

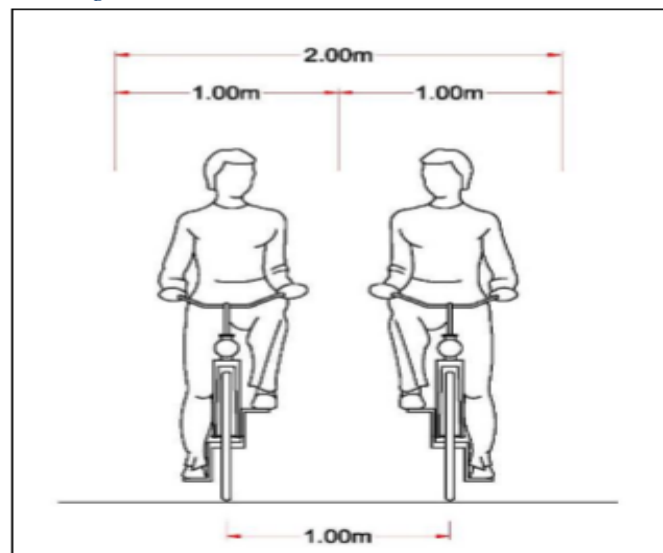


Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao Ancho de la Ciclovía

- En Sentido Unidireccional

Como ya se mencionó, para que un ciclista circule cómodamente por una ciclovía se requiere un ancho de 1.50 m. No obstante, se necesita un espacio adicional para la circulación en paralelo (dos ciclistas), adelantamientos o rebases, por lo que se recomienda un ancho de 2.0 m.

Figura N° 19. Ancho de ciclovía unidireccional



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

- En Sentido Bidireccional

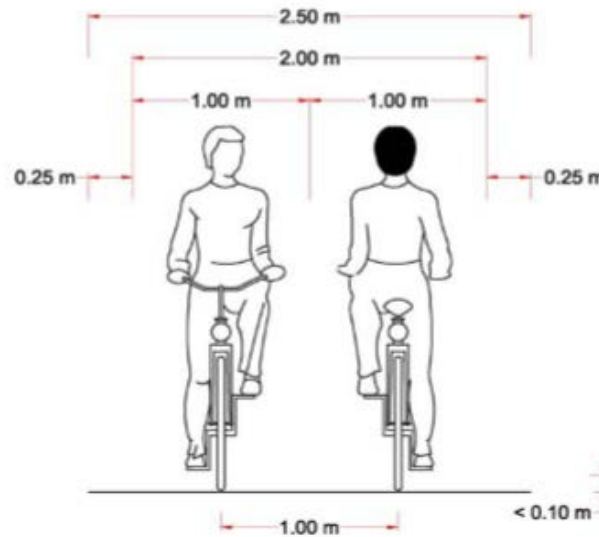
Se requiere un espacio de 2.0 metros para permitir la circulación de dos ciclistas en dirección opuesta, ya que es necesario sumar el ancho necesario para un ciclista (1.0 metro) en cada lado. En el caso de una ciclovía bidireccional, el ancho de la sección dependerá de los



obstáculos laterales y las condiciones de los espacios cercanos.:

Si no hay sardineles o escalones con una altura superior a 0.10 m a los lados del área por la que circulan los ciclistas, se debe permitir una distancia mínima de 0.25 m desde la trayectoria teórica de cada lado hasta el borde de la sección. En consecuencia, el ancho total de la sección debe ser de 2.50 m.

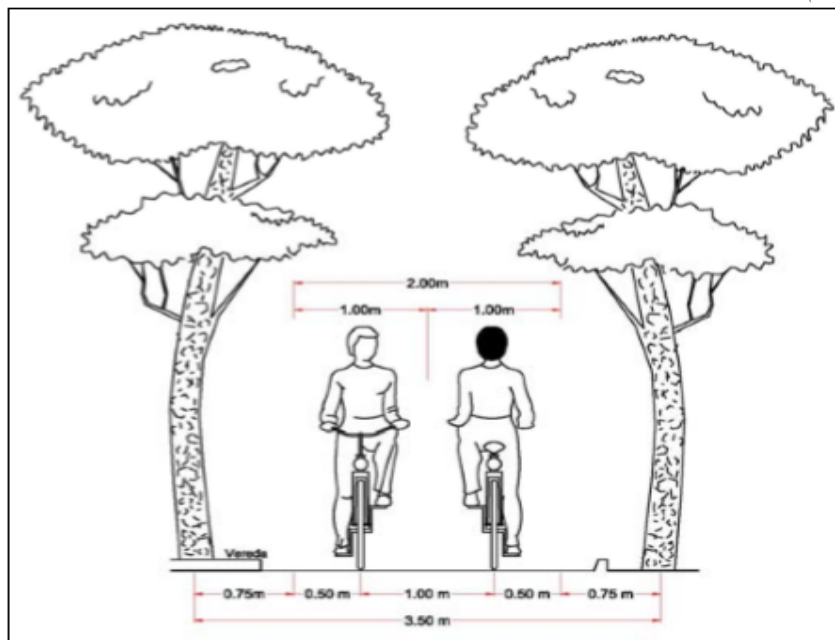
Figura N° 20. Ancho de ciclovía bidireccional



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Si los sardineles o escalones tienen una altura superior a 0.10 m., la distancia se incrementa hasta 0.50 m. a cada lado, teniendo como ancho total 3.00 m.

Figura N° 21. Ancho de ciclovía bidireccional – con obstáculos laterales (árboles)



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao



- Velocidad de diseño

En situaciones regulares, que abarcan terreno plano y pavimentado, junto con condiciones climáticas favorables, la velocidad de diseño se establece en 30 km/h, mientras que en áreas no pavimentadas se estima una velocidad de 24 km/h. Aunque la tecnología actual permite velocidades operativas de 20 a 25 km/h, en ciertos casos se pueden alcanzar velocidades de hasta 40 km/h.

En caso de que haya una pendiente pronunciada, se debe incrementar la velocidad de diseño en las bajadas para permitir al ciclista aumentar la velocidad con seguridad, siendo mayor que la empleada en los tramos rectos. La relación entre la velocidad, la longitud y la pendiente se presenta en una variación.

Tabla N° 7. Velocidad de diseño en función de la pendiente

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
9	45 km/h	55 km/h	60 km/h

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano

- Radios de Volteo

El radio de volteo se determina por medio de fórmulas empíricas que están relacionadas con la velocidad de diseño. La siguiente ecuación se utiliza para calcular el radio correspondiente a las velocidades comunes:

$$R = 0.24 V + 0.42$$

Siendo:

R = Radio de la curvatura (en metros)

V = Velocidad (en Km/h) La ecuación antes descrita permite elaborar la siguiente tabla:

Tabla N° 8. Relación de velocidad – radio

V(km/h)	R(m)
12	3.3
15	4.0
20	5.2
30	7.6

Fuente. Manual de políticas y diseño para favorecer el uso de la bicicleta como medio de transporte, Madrid, 1999.

En radios menores de 3 m., se recomienda señalar la curva como peligrosa; mientras que en radios de 2 metros ó menores se recomienda que el ciclista desmonte de la bicicleta.



- Sobreanchos de ciclovías

La pendiente puede influir en la seguridad del ciclista, ya que en descensos se alcanzan altas velocidades que requieren de espacio adicional para maniobrar. El ciclista necesita espacio adicional para realizar correcciones en su trayectoria en caso de ser necesario. Por otro lado, cuando un ciclista asciende una pendiente, requiere un ancho mayor en la ciclovía ya que necesitará desplazarse de un lado a otro. Por lo tanto, en pendientes, especialmente en ciclovías bidireccionales, se recomienda contar con anchos adicionales para permitir el desplazamiento seguro de los ciclistas.

Tabla N° 9. Sobreanchos de ciclovía por pendiente

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	26 a 75	75 a 150	>150
>3 a <=6	0	20 cm	30 cm
>6 a <=9	20 cm	30 cm	40 cm
>9	30 cm	40 cm	50 cm

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

- Por Radio de Curvatura

Se recomienda que el sobre ancho sea colocado en el interior de las curvas. Si se toma una curva con un radio menor a 32 metros, el ciclista se inclina y aumenta el riesgo de colisión. Por lo tanto, en el interior de la curva, la vía debe ser más amplia. El sobre ancho requerido es el siguiente:

Tabla N° 10. Sobreanchos de ciclovías por radios de curvatura

Radio de curvatura	Sobreancho Requerido (Pendientes entre 0% y 3%)
24 a 32 m	25 cm
16 a 24 m	50 cm
8 a 16 m	75 cm
0 a 8 m	100 cm

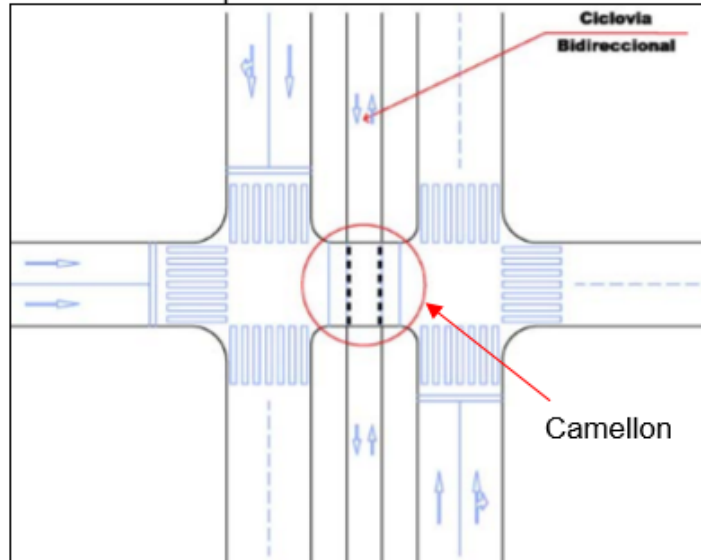
Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

- Ciclovías en Separador Central

Si la ciclovía se encuentra con una carretera de un solo sentido o una vía local, se debe construir un separador o camellón a nivel de la ciclovía en la calzada de la intersección. Esto se hace para asegurar la seguridad del ciclista.



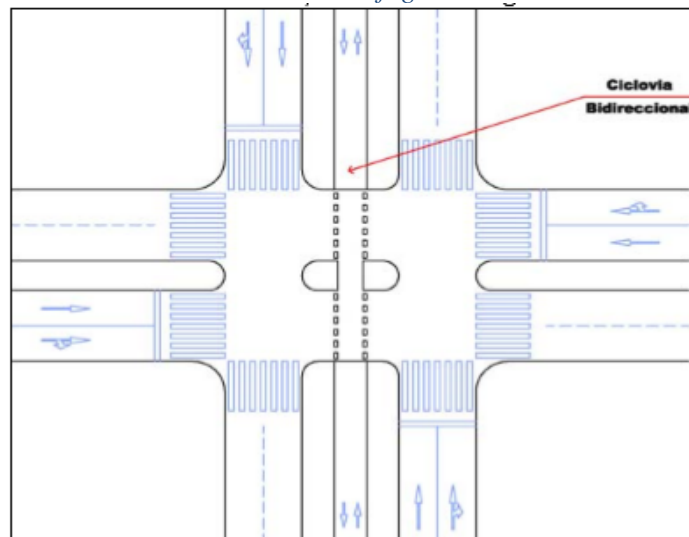
Figura N° 22. Ciclovía en separador central en cruce con vía de un solo sentido



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Si la ciclovía se encuentra en la misma dirección que una carretera de doble sentido con un flujo moderado de tráfico, se sugiere la construcción de una isla central para brindar refugio a los ciclistas en caso de necesidad

Figura N° 23. Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación, e isla de refugio.

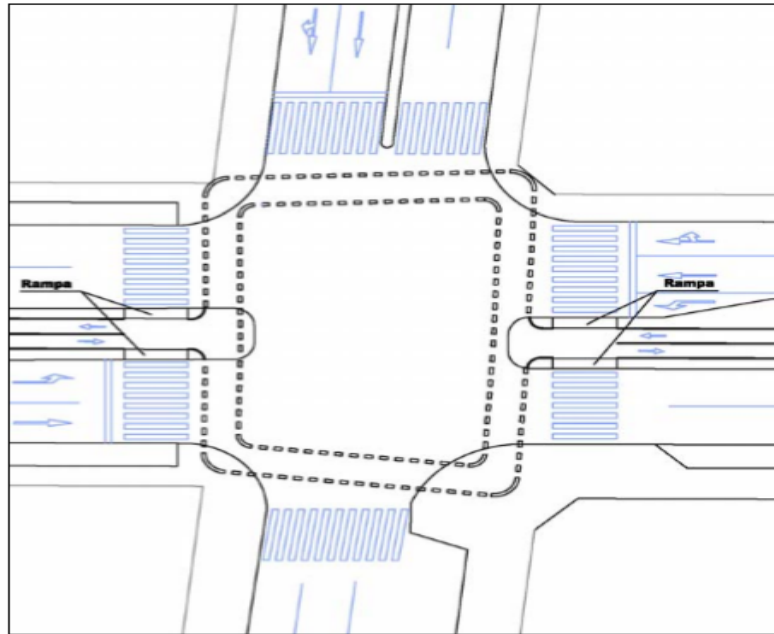


Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Se sugiere que, en caso de que la ciclovía se cruce con una vía de doble sentido con un alto flujo vehicular, se realicen cruces en tres tiempos para asegurar la seguridad de los ciclistas.



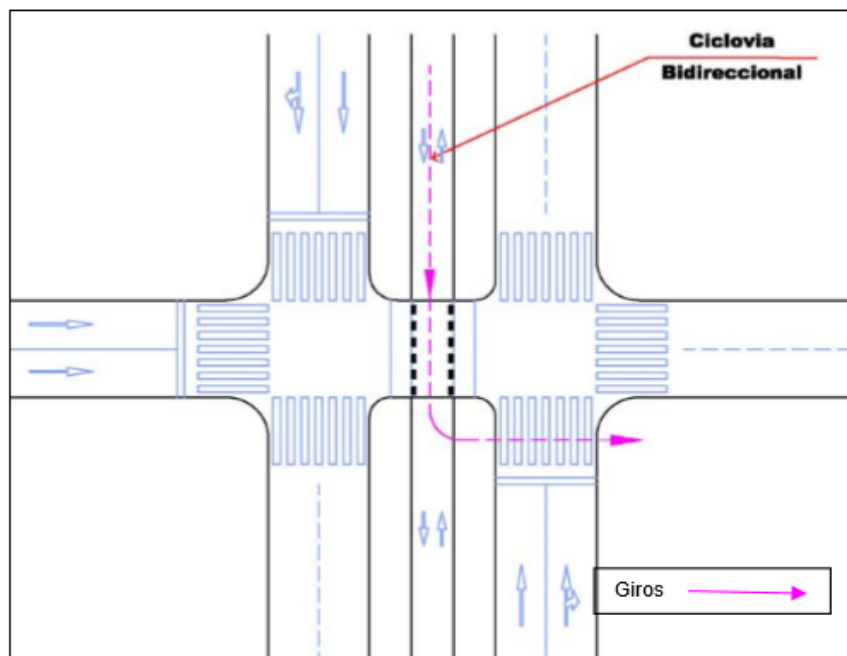
Figura N° 24. Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación.



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Cuando sea necesarios realizar movimientos a la izquierda, se deberá girar en dos tiempos o fases, tal como se muestra a continuación:

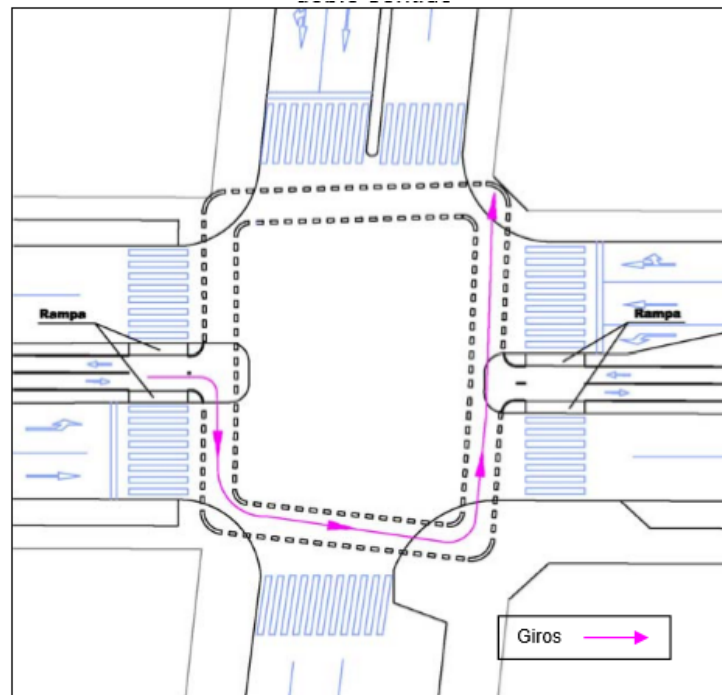
Figura N° 25. Giro a la izquierda – ciclovía en separador central con cruce de vía en un solo sentido



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao



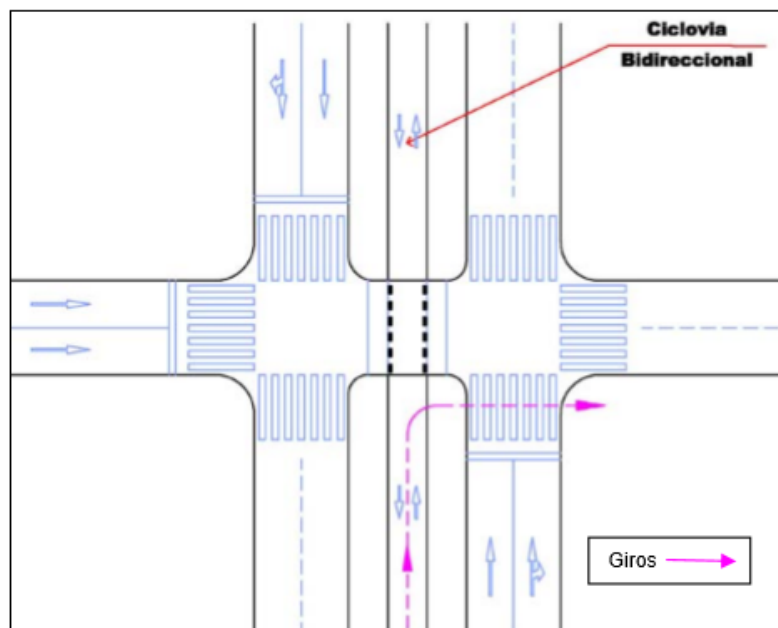
Figura N° 26. Giro a la izquierda – ciclovía en separador central con cruce de vía de doble sentido



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Cuando sean necesarios movimientos a la derecha, se deberá girar siendo cautos de los vehículos motorizados que realizan el mismo giro

Figura N° 27. Giro a la derecha – ciclovía en separador central con cruce de vía en un solo sentido



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

2.2.7.2. Ancho de ciclovía

Se recomienda el uso de ciclovías bidireccionales en avenidas, lugares donde es difícil cruzar de un lado a otro de la calle y se necesitan desplazamientos en ambas direcciones desde el mismo lado, así como en espacios verdes como alamedas, parques y corredores verdes con pocos giros e intersecciones, lo que reduce los conflictos con peatones y vehículos.

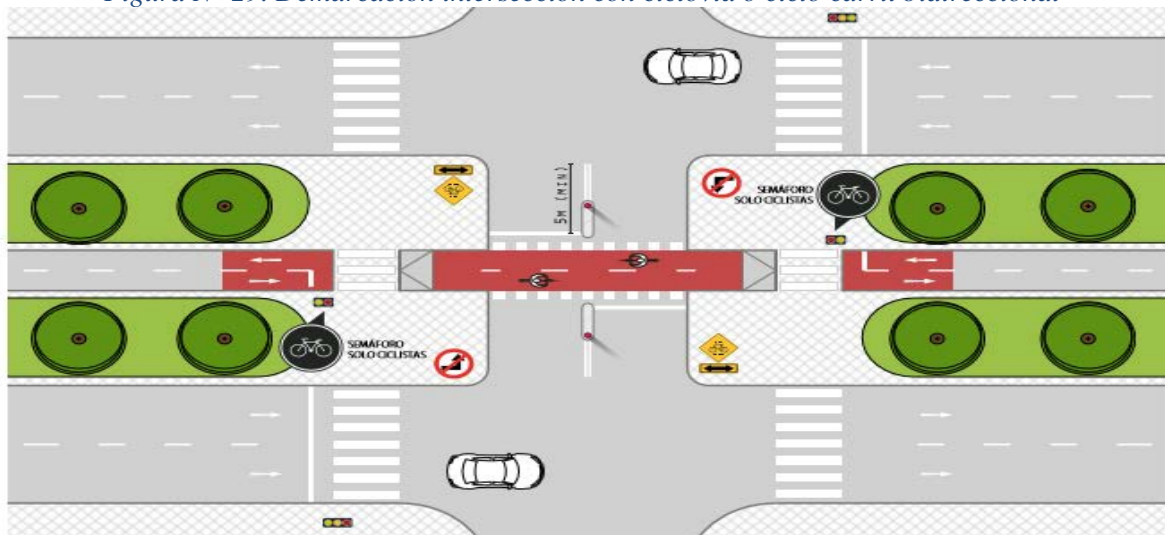
Se debe prestar una atención especial a la gestión de las intersecciones, ya que las ciclovías bidireccionales exigen una mayor capacidad de maniobra por parte de los usuarios para integrarse con otras vías, sobre todo si se encuentran en el medio del separador.

Figura N° 28. Esquemático de ciclovía (bidireccional) en separador central



Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista

Figura N° 29. Demarcación intersección con ciclovía o ciclo carril bidireccional



Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista



2.2.8. Impacto vial

Según (Sotelo Montes, 2010), Es cualquier alteración, ya sea favorable o desfavorable, que se genere en el tráfico y transporte debido a cambios viales particulares y/o a la ubicación de actividades según lo establecido por una legislación.

Para la presente investigación se conceptualiza como impacto vial a todo cambio o modificación que genera el rediseño de la sección transversal de la vía a nivel operacional de los usuarios de la vía tanto los vehículos como las personas, dichos impactos se generan debido al rediseño de la sección transversal de la vía debido a que se disminuye el número de carriles produciendo una reducción del transporte privado y a su vez se incrementa la sección de veredas permitiendo un mayor confort y un incremento de áreas además se plantea una ciclovía exclusiva para el transporte de ciclistas todo esto generara un impacto vial en la zona en estudio.

2.2.9. Niveles de servicio

El nivel de servicio de una intersección se determina mediante la evaluación de las demoras que experimentan los usuarios, las cuales se refieren al tiempo perdido en el viaje, el consumo de combustible, la incomodidad y la frustración que se generan. En términos específicos, el nivel de servicio se mide por la demora promedio por vehículo causada por los controles de tráfico (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018).

Por otro lado, los factores externos se refieren a todas aquellas características físicas, como la inclinación del terreno, el ancho de los carriles, la distancia libre a los lados, el ancho de los acotamientos, entre otros. Para medir el nivel de servicio, se establecen seis categorías, denominada: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor.

Según (Romana, 2017) mediante su publicación referente al HCM (Highway Capacity Manual), Se puede clasificar los niveles de servicio de las intersecciones semaforizadas en 6 niveles diferentes según el flujo vehicular:

- Nivel de servicio A

Se trata de un nivel de servicio que se distingue por limitar la demora por vehículo a un máximo de 10 segundos y por mantener la proporción entre el volumen de tráfico y la



capacidad de la vía por debajo de 1,0. Por lo general, se le asigna a esta categoría cuando la proporción volumen-capacidad es baja, la progresión es muy favorable o el ciclo de semáforos es muy corto. En situaciones de progresión favorable, la mayoría de los vehículos pasan la intersección sin detenerse durante la indicación verde.

- **Nivel de servicio B**

Este nivel se aplica a situaciones en las que se registra un control de demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo y una proporción volumen-capacidad no superior a 1.0. Generalmente, se presenta cuando la proporción volumen-capacidad es baja y la progresión es muy favorable o cuando la duración del ciclo es breve. En este nivel, hay más vehículos detenidos en comparación con el nivel de servicio A.

- **Nivel de servicio C**

Se refiere a operaciones con un control de demoras de entre 20 y 35 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1.0. Este nivel se asigna comúnmente cuando la duración del ciclo es moderada o hay una progresión favorable. En este nivel, pueden empezar a aparecer fallas en ciclos individuales, lo que significa que uno o más vehículos en cola no pueden salir debido a la falta de capacidad durante el ciclo. Aunque muchos vehículos pasan a través de la intersección sin detenerse, el número de vehículos que se detienen es significativo.

- **Nivel de servicio D**

Se refiere a operaciones que presentan un control de demoras entre 35 y 55 s/veh, y una proporción volumen-capacidad que no supera 1.0. Este nivel suele asignarse cuando la cantidad de vehículos es alta y la progresión del tráfico es ineficaz, o cuando el ciclo del semáforo es prolongado. En este nivel, se observa que muchos vehículos tienen que detenerse y las fallas en el ciclo individual de los vehículos comienzan a ser notoria.

- **Nivel de servicio E**

Se refiere a operaciones en las que la demora del control se encuentra en un rango de entre 55 y 80 s/veh y la proporción de volumen-capacidad no excede el valor de 1,0. Este nivel se aplica generalmente cuando la proporción volumen-capacidad es alta, la progresión es

negativa y la duración del ciclo es prolongada. En este nivel, las fallas de ciclo individual ocurren con frecuencia.

- **Nivel de servicio F**

Este nivel se caracteriza por operaciones en las que el control de demoras supera los 80 segundos por vehículo, o cuando la proporción volumen-capacidad excede el valor de 1.0. Usualmente, se les asigna a situaciones donde la proporción volumen-capacidad es excesivamente alta, la progresión es muy pobre y el tiempo de ciclo es prolongado. En este nivel, la mayoría de los ciclos de semáforos no son suficientes para reducir la cola de vehículos que esperan para avanzar. (Highway Capacity Manual HCM, 2016.)

Figura N° 30. Niveles de servicio



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

En resumen, tenemos el siguiente cuadro:

Tabla N° 11. 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)

2.2.9.1. Metodología de análisis operacional



Según (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018), Usando el análisis operacional, se establece la capacidad y el nivel de servicio para cada grupo de carriles o entrada, y también se determina el nivel de servicio general de la intersección mediante el uso de información detallada sobre las condiciones geométricas, el tráfico y el control de semáforos en esa intersección.

Paso 1: Determinación de grupos de movimientos y grupos de carriles

Estos dos grupos tienen significados muy similares. La diferencia se da solamente cuando se presenta un carril compartido sobre un acceso con dos o más carriles. Las siguientes reglas

- se utilizan en la determinación de grupos de movimientos en un determinado acceso de una intersección:
- Un movimiento de vuelta (a izquierda o derecha) que es servido por uno o más carriles exclusivos (no compartidos), deberá designarse como un grupo de movimientos.
- Cualesquiera otros carriles, no asignados a un grupo por la regla anterior, deberán ser combinados en un grupo de movimientos. Estas reglas dan como resultado, la asignación de uno a tres grupos de movimientos para cada acceso. Las siguientes reglas se utilizan en la determinación de grupos de carriles en un determinado acceso de una intersección:
- Un carril (o carriles) exclusivo para dar vuelta (a izquierda o derecha), deberá ser designado como un grupo de carril separado.

Paso 2: Determinación de la tasa de flujo por grupos de movimientos

En esta etapa se establece la cantidad de vehículos que circulan en cada grupo de movimientos. Si un giro se realiza exclusivamente por uno o más carriles destinados a ese fin, sin compartir carriles con otros movimientos, entonces la cantidad de vehículos que realizan ese giro se asigna a ese grupo de movimientos.

El flujo vehicular restante, que aún no ha sido asignado, debe ser distribuido entre los demás grupos de movimientos. La cantidad de vehículos que realizan giros a la derecha con luz roja se resta de la cantidad total de vehículos que realizan giros a la derecha, independientemente de si el giro se realiza desde un carril compartido o exclusivo.

Paso 3: Determinación de la tasa de flujo por grupos de carriles



Cuando existen carriles compartidos para vueltas a la izquierda, se debe evaluar su funcionamiento para determinar si en efecto actúan como carriles exclusivos para esta maniobra, sobre todo si se registran altos volúmenes de tráfico para esta dirección. Para un acceso, si el flujo de vuelta a la izquierda en el carril izquierdo es menor que el flujo promedio en los demás carriles, se asume que los vehículos de la vía directa comparten ese carril y todo el acceso se puede considerar como un grupo de carriles único. Si el flujo de vuelta a la izquierda en el carril izquierdo es mayor, entonces se designa como carril exclusivo de vuelta a la izquierda y se considera como un grupo de carriles separado. Matemáticamente esto se expresa así:

$$V_i < \frac{V_g - V_i}{N - 1}$$
$$V_i \geq \frac{V_g - V_i}{N - 1}$$

Donde:

V_i = Volumen actual de vuelta a la izquierda (vehículo/h)

V_a = Volumen actual en el acceso (vehículo/h)

N = Numero de carriles del acceso

Es necesario convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo través del factor de la hora de máxima demanda, así:

$$v = \frac{V}{FHMD}$$

Donde:

v = Tasa de flujo (vehículos/h)

V = Volumen horario (vehículo/h)

$FHMD$ = Factor de la hora de máxima demanda

Paso 4: Determinación de la tasa de flujo de saturación ajustada

La tasa de flujo de saturación se refiere a la máxima cantidad de vehículos que pueden pasar por un acceso o grupo de carriles de una intersección, considerando las condiciones actuales de tráfico y calle, y suponiendo que el acceso o grupo de carriles tiene un 100% del tiempo disponible como verde efectivo ($g/C=1.0$). Para calcular la tasa de flujo de saturación, se toman en cuenta los volúmenes de tráfico por tipo de movimiento (izquierda, directo,



derecha), el tipo de vehículos (automóviles, autobuses, camiones), las maniobras de estacionamiento, las paradas de autobuses y los conflictos con peatones y ciclistas. También se consideran las características geométricas de los accesos, como el número y ancho de carriles, las pendientes y el uso de carriles, incluyendo los carriles de estacionamiento. Además, se toman en cuenta las condiciones del semáforo, como la secuencia de fases, la asignación de tiempos y el tipo de control utilizado.

El flujo de saturación, del grupo de carriles i , puede determinarse mediante estudios de campo o ajustarse con la siguiente expresión:

$$s_i = s_o N_i f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_L f_R f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde:

S_i = tasa de flujo de saturación ajustada del grupo de carriles i (vehículos/hora verde)

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

N_i = número de carriles del grupo i

F_w = factor de ajuste por ancho de carriles

f_{HV} = factor de ajuste por vehículos pesados en el flujo de tránsito

f_g = factor de ajuste por pendiente del acceso

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

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

f_a = factor de ajuste por tipo de área

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

f_L = factor de ajuste por vueltas a la izquierda

f_R = factor de ajuste por vueltas a la derecha

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

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

Los anteriores factores se describen a continuación:

- **Ajuste por ancho de carriles: F_w**

Este enfoque considera el efecto negativo que tiene en el flujo de tráfico en condiciones de alta saturación la existencia de carriles estrechos, y a la vez, posibilita un aumento en el flujo de tráfico cuando se dispone de carriles más anchos (con medidas superiores a 3.93 metros).



- **Ajuste por vehículos pesados: f_{HW}**

Este factor considera el impacto de la presencia de vehículos de gran tamaño en el tráfico vehicular, incluyendo camiones de carga y autobuses, pero no los buses urbanos que paran en las paradas para que los pasajeros suban o bajen. Los valores de este factor se determinan utilizando la siguiente fórmula:

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

PHV = porcentaje de vehículos pesados en el correspondiente grupo (%)

ET = número equivalente de automóviles directos a un vehículo pesado = 2

- **Ajuste por pendiente del acceso: F_g**

Tiene en cuenta el efecto de la pendiente del acceso sobre el funcionamiento de los vehículos. Los valores para este factor se calculan con la siguiente ecuación:

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

Donde:

P_g = porcentaje de pendiente del acceso, correspondiente al grupo de movimientos (%)

Este factor aplica para pendientes en el rango de -6% a +10%. Pendientes negativas en descenso y positivas en ascenso

- **Ajuste por estacionamiento: f_p**

:

$$f_p = \frac{N_i - 0.1 - \frac{18N_m}{3,600}}{N_i} \geq 0.050$$

Donde:

N_m = número de maniobras de estacionamiento (maniobras/h)

N_i = número de carriles del grupo i

La ecuación anterior aplica para un máximo de 180 maniobras/h. Si no existe estacionamiento, el factor de ajuste es 1.0.



- **Ajuste por bloqueo de buses que paran: Fbb**

Tiene en cuenta el impacto de los buses que se detienen, para descargar o abordar pasajeros, en un paradero ubicado dentro de los 76 metros desde la línea de pare en la entrada o salida del acceso, bloqueando el flujo de tránsito en el respectivo grupo de carriles. Los valores para este factor se calculan con la siguiente ecuación:

$$f_{bb} = \frac{N_i - \frac{14.4N_b}{3,600}}{N_i} \geq 0.050$$

Donde:

N_i = número de carriles del grupo i

N_b = número de buses que paran (buses/h)

La ecuación anterior aplica para un máximo de 250 buses/h. Si no existe bloqueo de buses, el factor de ajuste es 1.0.

- **Ajuste por tipo de área: Fa**

Se utiliza un factor de ajuste de 0.9 para compensar la ineficiencia de las intersecciones que están ubicadas en el centro de la ciudad en comparación con las que están ubicadas fuera del centro.

- **Ajuste por utilización de carriles: fLU**

Este ajuste se utiliza cuando el grupo de carriles tiene más de un carril, donde la demanda no es igual en ellos. Los valores para este factor se calculan con la siguiente ecuación:

$$f_{LU} = \frac{V_i}{V_1(N_i)}$$

Donde:

V_i = volumen de demanda del grupo de carriles i (vehículos/h)

V_1 = volumen de demanda del carril con el volumen más alto del grupo de carriles i (vehículos/h)

N_i = número de carriles del grupo i



- **Ajuste por vueltas a la izquierda: f_L**

Este ajuste se emplea para representar el efecto de la trayectoria que siguen los vehículos que realizan giros hacia la izquierda. En el caso de carriles compartidos, los valores correspondientes a este factor se obtienen mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$f_L = \frac{1}{1.0 + 0.05P_L}$$

Donde:

P_L = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Para carriles exclusivos, el factor es 0.95.

- **Ajuste por vueltas a la derecha: f_R**

Se utiliza este ajuste para considerar cómo afecta la trayectoria de los vehículos que giran a la derecha. En el caso de carriles compartidos, los valores para este factor se obtienen mediante el cálculo de la siguiente ecuación:

$$f_R = 1.0 - 0.15P_R$$

Donde:

P_R = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Para carriles exclusivos, el factor es 0.85

- **Ajuste por peatones y bicicletas en vueltas vehiculares a la izquierda y a la derecha: f_{LPD} y f_{Rpb}**

Estos ajustes están basados en el concepto de la ocupación de la zona de conflicto, donde los flujos vehiculares entran en conflicto con el cruce de los peatones y bicicletas. Con el propósito de tener en cuenta estos efectos

Paso 5: Determinación de la proporción de llegadas durante el verde

La proporción de los vehículos que llegan durante la fase verde, se calcula como:

$$P_T = R_{pi} \left(\frac{g_T}{C} \right)$$



Donde:

P_i = proporción de los vehículos que llegan durante indicación verde, grupo de carriles i

R_{pi} = relación de grupo de llegada, en el grupo de carriles i

G_i = tiempo de verde efectivo (s), del grupo de carriles i

C = longitud del ciclo (s)

Si se realizan mediciones en el campo, el valor de P_i deberá ser calculado como la proporción de vehículos que llegan a la línea de parada o se unen a la cola (ya sea en movimiento o detenidos) durante la fase verde. La eficiencia de la progresión del flujo vehicular entre intersecciones se clasifica en seis tipos de llegadas a los accesos de las intersecciones para cada grupo de carriles, así:

- Tipo 1: grupos densos que llegan al inicio del rojo. Calidad de progresión muy deficiente, como resultado de la optimización de toda la malla ($R_p=0.33$).
- Tipo 2: grupos moderados que llegan a la mitad del rojo. Progresión desfavorable en calles de doble sentido ($R_p=0.67$).
- Tipo 3: llegadas aleatorias. Representa la operación en intersecciones aisladas o no interconectadas, o donde los beneficios de la progresión son mínimos ($R_p=1.00$).
- Tipo 4: grupos moderados que llegan a la mitad del verde. Progresión favorable en calles de doble sentido ($R_p=1.33$).
- Tipo 5: grupos densos que llegan al inicio del verde. Calidad de progresión altamente favorable ($R_p=1.67$).
- Tipo 6: progresión excepcional. Grupos densos que progresan a través de varias intersecciones cortamente espaciadas ($R_p=2.00$).

Paso 6: Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad:

La capacidad en una intersección controlada por semáforos se determina para cada acceso o grupo de carriles, y se refiere a la tasa máxima de flujo que puede pasar a través de la intersección, considerando las condiciones actuales del tráfico, la calle y el semáforo. Para calcularla se utiliza la siguiente fórmula:

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)$$

Donde:



C_i = capacidad del grupo de carriles i (vehículos/h)

S_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (vehículos/hora verde)

G_i = tiempo verde efectivo para el grupo de carriles i (segundos verdes)

C = longitud del ciclo del semáforo (segundos)

(g_i/C) relación de verde a ciclo para el grupo de carriles i

Relación volumen a capacidad:

La relación volumen a capacidad, típicamente llamada grado de saturación, y simbolizado como X_i , se calcula como:

$$X_i = \frac{v_i}{c_i}$$

Donde v_i , es la tasa de flujo de demanda actual o proyectada del grupo de carriles i .

Reemplazando la capacidad se obtiene:

$$X_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)} = \frac{\left(\frac{v}{s} \right)_i}{\left(\frac{g_i}{C} \right)}$$

En esta última expresión, al cociente $(v/s)_i$, se le denomina relación de flujo. Obsérvese que cuando la tasa de flujo v_i es igual a la capacidad c_i , el grado de saturación X_i es igual a 1.00, y cuando la tasa de flujo v_i es cero, X_i es igual a cero. Valores de X_i superiores a 1.00, indican un exceso de demanda sobre la capacidad. Para evaluar globalmente la intersección, con respecto a su geometría y al ciclo, se utiliza el concepto de grado de saturación crítico de la intersección X_c . Considera solamente los accesos o grupos de carriles críticos, definidos como aquellos que tienen la relación de flujo más alta para cada fase, $(v/s)_{ci}$. Se define como:

$$X_c = \left(\frac{C}{C-L} \right) \left[\sum \left(\frac{v}{s} \right)_{ci} \right]$$

Donde:

X_c = relación volumen a capacidad crítica de la intersección

C = longitud del ciclo del semáforo (s)



$L(v/s)_{ci}$ = tiempo total perdido por ciclo (s) relación de flujo del grupo de carriles crítico i

Paso 7: Determinación de las demoras

Los resultados obtenidos a partir de los cálculos indican la demora promedio que experimentan todos los vehículos que llegan durante el periodo de análisis, incluso si hubo demoras previas en los carriles sobresaturados. La demora por control se refiere a los movimientos que se realizan a velocidades reducidas y a las detenciones que se presentan en los accesos a la intersección, cuando los vehículos disminuyen su velocidad en la corriente de tráfico o cambian de posición en la fila; se calcula como:

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

Donde:

D_i = demora media por control del grupo de carriles i (s/veh)

d_1 = demora uniforme (s/veh), suponiendo llegadas uniformes

PF = factor de ajuste por coordinación. Tiene en cuenta los efectos de la coordinación de los semáforos

d_2 = demora incremental (s/veh), que tiene en cuenta el efecto de llegadas aleatorias y colas sobresaturadas durante el período de análisis

d_3 = demora por cola inicial (s/veh), que tiene en cuenta las demoras de todos los vehículos debido a la presencia de colas iniciales antes del período de análisis

Factor de ajuste por coordinación:

Una buena coordinación de semáforos dará como resultado una proporción alta de grupos vehiculares que llegan en el verde. La coordinación afecta principalmente a la demora uniforme, por lo que se realiza el ajuste sólo a d_1 , mediante la siguiente expresión:

$$PF = \frac{(1 - P_i) f_{PA}}{1 - \left(\frac{g_i}{C}\right)}$$

Donde:

P_i = proporción de vehículos que llegan en verde en el grupo de carriles i

G_i/C = proporción de tiempo verde disponible en el grupo de carriles i

f_{PA} = factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde



(1.00 para tipo de llegadas 1, 3, 5 y 6; 0.93 para tipo de llegadas 2; 1.15 para tipo de llegadas 4)

Demora uniforme:

La demora uniforme d_1 , es la que ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no existe saturación durante ningún ciclo. Se determina mediante la siguiente expresión:

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

Demora incremental:

La demora incremental d_2 , toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen. Se expresa como:

$$d_2 = 900T \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{8kIX_i}{c_iT}} \right]$$

Donde:

T = duración del período de análisis (0.25 h)

k = factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones accionadas. k=0.50 para intersecciones

I = prefijadas factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba. I= 1.00 para intersecciones aisladas

El factor de ajuste I, tiene en cuenta el efecto de las intersecciones corriente arriba, en la llegada de vehículos a un acceso de la intersección en estudio. Para su cálculo en intersecciones no aisladas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = 1.00 - 0.91(X_u^{2.60}) \geq 0.090$$

Donde X_u es la media ponderada de la relación volumen a capacidad de todos los movimientos de la intersección corriente arriba que contribuyen con el volumen del acceso en estudio.

Demora por cola inicial:



Cuando una cola residual o remanente existe antes del período de análisis T, los vehículos experimentan (los que llegan durante T) una demora adicional, debido a que la cola inicial deberá primero desalojar la intersección.

En los casos en que $X > 1.0$ para un período de 15 minutos, el siguiente período empieza con una cola inicial llamada Q_b en vehículos. Q_b se debe observar al inicio del rojo.

Cuando $Q_b > 1.00$, los vehículos que llegan durante el período de análisis experimentarán una demora adicional por la presencia de la cola inicial. La demora por cola inicial d_3 , se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$d_3 = \frac{1,800 Q_b (1 + u) t}{cT}$$

Donde:

Q_b = cola inicial al principio del período T (veh)

c = capacidad (veh/h)

T = duración del período de análisis (0.25 h)

t = duración de la demanda insatisfecha (h.)

u = parámetro de demora

Existen cinco escenarios, para estimar esta demora:

- Caso I: el período es no saturado sin cola inicial, $Q_b=0$. Por lo tanto, $d_3=0$.
- Caso II: el período es sobresaturado sin cola inicial, $Q_b=0$. Por lo tanto, $d_3=0$.
- Caso III: ocurre cuando la cola inicial Q_b se disipa durante T. Para que esto ocurra deberá cumplirse que $Q_b + qT$ menor que cT , siendo total en T y cT la capacidad disponible en T
- Caso IV: ocurre cuando existe aún demanda insatisfecha al final de T, pero de creciente. Para que esto ocurra deberá cumplirse que qT menor que cT
- Caso V: ocurre cuando la demanda en T, excede la capacidad. Aquí la demanda insatisfecha se incrementa al final de T. Para que esto ocurra deberá cumplirse que $qT > cT$.

Para los casos III, IV y V:

$t = 0$ si $Q_b = 0$, de otra manera:

$$t = \min \left\{ T, \frac{Q_b}{c \{1 - \min(t, X)\}} \right\}$$

$u = 0$ si $t < T$, de otra manera:



$$u = 1 - \frac{cT[1 - \min(1, X)]}{Q_b}$$

El tiempo de despeje cT , se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_c = \max\left(T, \frac{Q_b}{c} + TX\right)$$

Demoras agregadas:

La demora en cualquier acceso, se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles del acceso, utilizando los flujos ajustados de los grupos de carriles, según:

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i v_i)}{\sum_{i=1}^A v_i}$$

Donde:

A = número de grupos de carriles en el acceso A

d_A = demora en el acceso A (s/veh)

d_i = demora en el grupo de carriles i, en el acceso A (s/veh)

V_i = volumen ajustado del grupo de carriles i (veh/h)

La demora en la intersección, igualmente se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la intersección, según:

$$d_I = \frac{\sum_{A=1}^I (d_A V_A)}{\sum_{A=1}^I V_A}$$

Donde:

I = número de accesos de la intersección I

d_i = demora en la intersección/ (s/veh)

d_A demora en el acceso A (s/veh) V_A volumen ajustado del acceso A (veh/h)

Paso 8: Determinación del nivel de servicio

Como se mencionó previamente, el nivel de servicio de una intersección se encuentra



estrechamente relacionado con la demora promedio sufrida por cada vehículo en los puntos de control. Después de calcular la demora para cada grupo de carriles y sumarla para cada acceso y para la intersección en general, se consultará una tabla para determinar el nivel de servicio correspondiente.

2.2.10. Relación entre demanda vehicular y oferta vehicular

Según (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018), sostiene 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

2.2.11. Demoras

La realización de estudios de demora en intersecciones permite analizar cómo se desenvuelve el tráfico al momento de entrar, cruzar o cambiar de dirección en dichas intersecciones. El principal aspecto que se evalúa en este tipo de estudios es la efectividad del control del tránsito (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018)

Para la determinación de la demora media se tiene la siguiente expresión:

$$d = 0.38 \cdot C \cdot \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v \cdot I/c)} + 173 \cdot (I/c)^2 \cdot \sqrt{((I/c) - 1)^2 + 16 \cdot (I/c^2)}$$

Donde:

Fv es el factor de verde del grupo de carriles

C es el ciclo semafórico en segundos

I es la intensidad total del grupo de carriles

C es la capacidad real del grupo de carriles



Tabla N° 12. Niveles de servicio - Demoras

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA MEDIA (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

Fuente: (Bañon & Beiva, 2000)

2.2.12. Capacidad vial

Según (VCH, 2005), La demanda de tránsito es una cantidad conocida que se considera en las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de vías y calles. La capacidad u oferta de un sistema vial se refiere a la eficiencia con la que presta servicio a esta demanda. Además de estudiar la capacidad de las vías y calles, también se busca determinar la calidad del servicio que se presta en ciertos tramos o componentes viales. En teoría, la capacidad ($q_{m\acute{a}x}$) se define como la tasa máxima de flujo que una vía o calle puede soportar.

Según (VCH, 2005), En particular, la capacidad de una infraestructura vial se refiere al máximo número de vehículos o peatones que pueden transitar por una sección uniforme de un carril o calzada en un intervalo de tiempo específico, considerando las condiciones de la infraestructura vial, el tránsito y los dispositivos de control. En la mayoría de los análisis de capacidad, se utiliza un intervalo de tiempo de 15 minutos, ya que se considera que es el intervalo más corto para el cual puede existir un flujo estable.

Los sistemas viales de circulación discontinua sí tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, como semáforos y señales de alto (VCH, 2005)

2.2.12.1. Flujo vehicular

A través del examen de los componentes del tráfico vehicular, se puede comprender las particularidades y la conducta del tránsito, lo cual es fundamental para planificar, diseñar y gestionar carreteras, calles y otras obras complementarias en el sistema de transporte. Al aplicar los principios de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe



cómo los vehículos circulan en cualquier tipo de vía, lo que permite evaluar la eficiencia de su operación (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018)

- **Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (Q)**

Según (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018), La tasa de flujo se refiere a la frecuencia con la que los vehículos pasan por una sección transversal de un carril o calzada. Esta tasa se mide por el número de vehículos, N, que pasan por esta sección durante un intervalo de tiempo específico, T, generalmente menor a una hora. La tasa de flujo se expresa comúnmente en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s). Es importante tener en cuenta que la tasa de flujo también puede expresarse en vehículos por hora (veh/h), pero esta medida no indica el número real de vehículos que pasan en una hora completa o el volumen horario, Q. La tasa de flujo, q, se calcula entonces con la siguiente expresión:

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

- **Intervalo simple (hi)**

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par de vehículos.

- **Intervalo promedio (h)**

Es el promedio de todos los intervalos simples, hi, existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo (s/veh) y se calcula, de acuerdo a la figura 10.1, mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

h = intervalo promedio (s/veh)

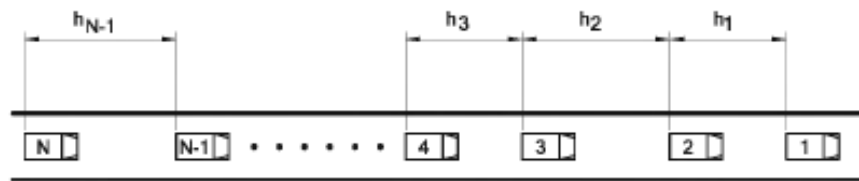
N = número de vehículos (veh)

N-1 = número de intervalos (veh)

hi = intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo i+1



Figura N° 31. Intervalos entre vehículos



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

2.2.13. Dispositivo para el control de tránsito

Se refiere como dispositivos para controlar el tráfico a todos aquellos elementos colocados por las autoridades en las calles y carreteras, como señales de tráfico, marcas en el pavimento, semáforos y cualquier otro dispositivo, con el objetivo de prevenir, regular y guiar a los usuarios de las vías.

Para la implementación de los dispositivos de control del tránsito se requerirá la realización de estudios de ingeniería vial específicos para cada caso, que incluyan aspectos como el tipo de vía, el uso del suelo en la zona adyacente y las características de diseño de acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras.: Diseño Geométrico (DG-2018 vigente), características de operación, sus condiciones ambientales, y en concordancia con las normas de tránsito correspondientes.

2.2.13.1. Clasificación de dispositivos de control

Los dispositivos de control vial transmiten a los usuarios información preventiva, reguladora e informativa.

2.2.13.2. Señalización vertical

Estos dispositivos se colocan a lo largo de la carretera con el propósito de regular el tráfico, prevenir situaciones peligrosas y brindar información a los usuarios a través de símbolos y palabras establecidos en el manual correspondiente. La ubicación de estas señales se determinará según el estudio de ingeniería vial previamente realizado, evitando el uso excesivo de señales verticales en un espacio reducido, ya que esto podría generar polución visual y disminuir su eficacia.

Figura N° 32. Señales verticales



Fuente: MTC

- **Clasificación de señales verticales:**
- **Señales reguladoras o de reglamentación:**

La finalidad de la señalización es informar a los usuarios de las vías sobre las prohibiciones, restricciones, obligaciones y permisos en el uso de las mismas, cuyo incumplimiento puede considerarse una infracción que conlleva consecuencias legales.

- **Señales de Prevención:**

La finalidad es informar a los usuarios acerca de la presencia y características de peligros o situaciones inesperadas que se presentan en la vía.

Las señales preventivas viales son aquellas que tienen como objetivo advertir a los usuarios de la vía sobre la existencia de peligros o situaciones que puedan representar un riesgo para la seguridad vial. Estas señales suelen ser de forma triangular con fondo amarillo y borde negro, y contienen símbolos o leyendas que indican el peligro específico. Entre los ejemplos de señales preventivas viales se incluyen señales que advierten sobre curvas peligrosas, presencia de animales en la vía, cruces de peatones, zonas de trabajos en la carretera, entre otros.



- **Señales de Información:**

El objetivo de estos elementos es orientar a los usuarios y suministrarles información para que puedan llegar a su destino de la manera más sencilla y directa posible. Asimismo, ofrecen detalles sobre las distancias a los núcleos urbanos y los servicios disponibles para los usuarios.

Son aquellas que proporcionan información importante para los conductores y peatones, como la distancia a una próxima intersección o salida, la ubicación de un hospital o estación de servicio, el límite de velocidad, la dirección hacia una ciudad o punto de referencia, entre otras cosas. Estas señales suelen ser de color verde con letras blancas, y se colocan en lugares estratégicos a lo largo de las carreteras y calles para ayudar a los usuarios de la vía pública a orientarse y tomar decisiones informadas.

- **Señalización para estaciones de peaje y peaje**

De acuerdo con esta norma, Es necesario que las estaciones de peaje y pesaje cuenten con los equipos de control de tráfico adecuados para que puedan funcionar correctamente. Estos equipos pueden incluir señalización vertical, ya sea estática o dinámica, marcas en el pavimento para identificar carriles y cabinas de pago manual y electrónico, estructuras de tarifas, carriles exclusivos, dispositivos de seguridad vial, entre otros.

- **Señalización para rampas de rampa de emergencia**

Es necesario señalar adecuadamente las rampas de emergencia, también conocidas como lechos de frenado.

A. Señalización bilingüe

La señalización bilingüe busca proporcionar información en inglés a los usuarios que hablan este idioma acerca de los principales lugares turísticos o destacados a lo largo de una carretera y su área circundante.

B. Señales de mensaje variables (smv)

La señalización de mensaje variable (SMV) es un componente de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) que tiene como objetivo proporcionar a los usuarios información en



tiempo real sobre situaciones operativas o emergencias que puedan ocurrir en la carretera por la que circulan.

C. Señalización de sucesos que afecta la circulación de la vía

La señalización vial para situaciones que afectan la circulación de la vía, excepto las obras, se aplica en lugares específicos donde los desplazamientos de personas, animales o vehículos pueden tener un impacto negativo en el flujo del tráfico o en la seguridad vial de los usuarios de la carretera.

A.1. Dispositivos de control de tránsito

Los elementos de control de tránsito, tales como badenes, señales portátiles de alto, delineadores tubulares, conos, barreras plásticas, cinta plástica, linternas, dispositivos de iluminación, tablas de remo y otros dispositivos, deben usarse de acuerdo con su color, forma, leyenda, características del símbolo y El tamaño se determina en el manual correspondiente. Los vehículos oficiales también pueden usar luces intermitentes.

Son elementos utilizados en carreteras y vías urbanas para regular y dirigir el flujo de vehículos y peatones. Estos dispositivos incluyen señales de tráfico, semáforos, reductores de velocidad, conos, barreras, delineadores tubulares, cintas plásticas, dispositivos luminosos, paletas de control de tráfico, entre otros. El objetivo de estos dispositivos es mejorar la seguridad vial y la eficiencia del tráfico, al garantizar el cumplimiento de las normas y regulaciones de tráfico. Los dispositivos de control de tráfico también pueden ser utilizados en situaciones de emergencia o en eventos especiales para desviar temporalmente el tráfico hacia rutas alternativas.

2.2.13.3. Señalización horizontal

La señalización vial consta de marcas planas como líneas horizontales, flechas, símbolos y letras que se aplican en el pavimento, bordillos, otras estructuras viales y áreas cercanas. Estas marcas se utilizan para regular y controlar la circulación, y es necesario advertir y guiar a los usuarios de la carretera al respecto.

Figura N° 33. Señales horizontales



Fuente: MTC

A. Resalto.

Un dispositivo de construcción fija funciona como un mecanismo para reducir la velocidad en las áreas urbanas de las carreteras.

- Reductor de velocidad: Este tipo de dispositivo de control de velocidad está diseñado para hacer que el conductor reduzca la velocidad de operación.
- Velocidad Esperada: La velocidad apropiada para un tráfico efectivo al llegar al dispositivo.

Función.

El objetivo es disminuir la velocidad de los vehículos motorizados al entrar en una zona conflictiva para garantizar que circulen a una velocidad controlada, lo que hará que el tráfico sea más seguro.

Criterios de implementación:

Los reductores de salto solo se instalan en vías rápidas o tramos de carretera tangencial que atraviesan áreas urbanas, y la velocidad de operación es igual o inferior a 50 km/h, y se implementan junto con elementos de señalización que advierten a los conductores que estén atentos. la presencia del dispositivo.

Serán de aplicación en las zonas donde los vehículos de manera habitual no obedezcan los límites de velocidad de operación establecidos por la señalización vial, de acuerdo con el Código Nacional de Tránsito - Reglamento de Tránsito (aprobado por D.S. N° 016-2009-MTC), representando esta acción un factor potencial de ocurrencia de accidentes.

Cuando se opera a velocidades superiores a 50 km/h, se debe configurar una zona de aproximación para desacelerar gradualmente hasta la velocidad deseada. Mediante



auditorías de seguridad vial o inspecciones de seguridad vial se definirá la necesidad, causa, ubicación, tipo, instalación o retirada de plataformas de salto de acuerdo con los parámetros técnicos mínimos especificados en la presente Directiva, con consecuencias positivas y/o negativas tales como: posibles accidentes e incidentes, ruidos, molestias a usuarios, vehículos, etc., y debe ser aceptable para la comunidad receptora.

Estos dispositivos deberán estar puntualmente identificados de acuerdo con lo dispuesto en la presente Directiva, utilizando colores y formas que contrasten con la calzada.

El salto deberá retirarse tan pronto como cese un motivo justificado para su instalación.

A. Condiciones de semaforización:

Las condiciones de los semáforos incluyen una definición completa de las fases de los semáforos, el tiempo y los tipos de control, así como una evaluación del progreso de cada conjunto de caminos. Highway Capacity Manual HCM, 2016.

Los semáforos se encuentran en buen estado de operatividad por lo que se tienen semáforos funcionando de manera correcta.

2.2.13.4. Tiempo semafórico

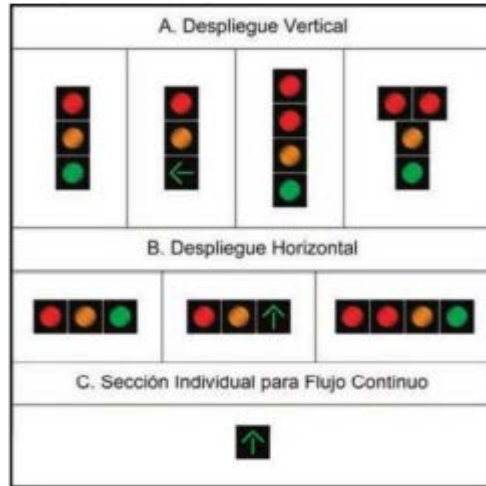
Los semáforos son dispositivos de control de tránsito que tienen por objeto regular y dirigir el tránsito de vehículos, ya sean automotores o no automotores. Estos dispositivos de control de tráfico realizan funciones de color verde, ámbar y rojo.

- Rojo: Restringe una determinada cantidad de tráfico durante un determinado período de tiempo.
- Verde: Tolerar una determinada cantidad de tráfico durante un determinado período de tiempo.
- El conductor acepta pasar y detenerse, y no ingresa a la intersección ni amarilla ni ámbar.

La centralita dispone de funciones de regulación y control del correcto funcionamiento de los semáforos. (Ministerio de Transporte, 2016) Los semáforos se conceptualizan como dispositivos electrónicos utilizados para controlar el flujo de vehículos y peatones a través de luces como verde, amarilla y roja. Estos tienen la función de proporcionar pasajes alternos para el flujo de tráfico desde diferentes direcciones (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018)



Figura N° 34. Configuración de caras de semáforos

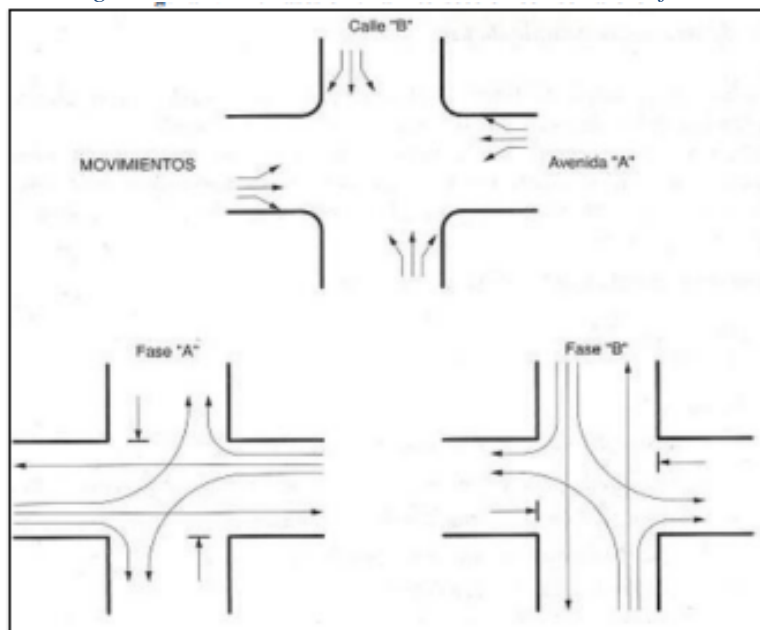


Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.13.5. Cálculo de los tiempos del semáforo

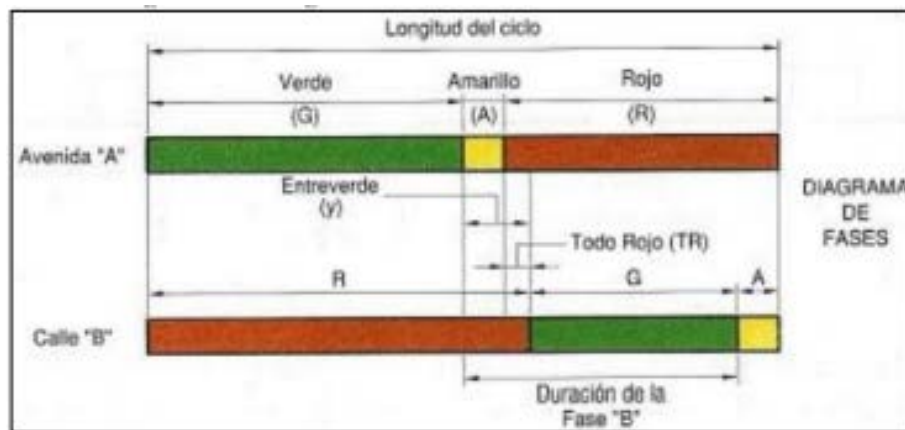
- Un período comienza cuando se pierde el derecho de paso al final del verde. Una nueva etapa comienza con ámbar, detiene todas las acciones de la persona que perdió el derecho de paso y termina con verde. Una etapa consta de un intervalo ámbar, un intervalo rojo completo y un intervalo verde.
- La temporización de cada fase está directamente relacionada con el volumen de tránsito, donde el retraso o intervalo de tiempo de cada fase, y la duración del ciclo corresponden a los requerimientos (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018).

Figura N° 35. Fases en una intersección con semáforo



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

Figura N° 36. Diagrama de fases en una intersección con semáforo



Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

2.2.14. Congestión vehicular

La congestión vehicular se produce cuando la cantidad de tráfico en uno o varios puntos de una vía supera la capacidad máxima de la infraestructura para soportarlo. La congestión también se puede identificar cuando la cantidad de vehículos es tan alta que impide que los usuarios de la vía se desplacen de manera cómoda y sin retrasos que afecten el flujo del tráfico vehicular.

También es un término que se utiliza para describir la situación en la que la cantidad de vehículos que circulan por una carretera o área urbana es mayor que la capacidad de la infraestructura de transporte para soportarlos. Esto puede causar retrasos en el tráfico, aumento del tiempo de viaje, mayor consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes. La congestión vehicular puede ser causada por varios factores, incluyendo el alto volumen de tráfico, accidentes, malas condiciones climáticas, trabajos de construcción, eventos especiales y problemas en el diseño de la infraestructura de transporte.

Según (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018), En términos generales, la capacidad de un sistema se refiere al máximo número de elementos que puede ser procesado en un período determinado. Cuando se produce congestión en un sistema, es porque su capacidad es limitada y la demanda y los procesos implicados tienen un elemento aleatorio. En un sistema con una capacidad de μ elementos por unidad de tiempo, que también se conoce como tasa de servicio, se considera que la capacidad es la tasa máxima posible y su inversa es el intervalo de tiempo máximo entre procesamientos, tal como se describe en el Capítulo 10; entonces, puede decirse que cada identidad consume un tiempo promedio t_P en ser procesado (servido) de:



$$t_p = \frac{1}{\mu}$$

Si las entidades llegan a una tasa λ por unidad de tiempo, entonces el tiempo total de procesamiento t_T por entidad será de:

$$t_T = \begin{cases} t_p, & \text{para } \lambda \leq \mu \\ \infty, & \text{para } \lambda > \mu \end{cases}$$

2.2.14.1. Factores que intervienen en el congestionamiento vehicular

Según (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018), 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.

2.2.15. Circulación peatonal y ciclista

2.2.15.1. Peatón

Podemos definir como peatón potencial a cualquier persona, independientemente de su edad, que pueda desplazarse a pie. Dado que casi todas las personas son peatones en algún momento, este tema es de interés para todos. De hecho, se puede decir que el número de peatones en un país es prácticamente igual a su población total (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018).

Un peatón es una persona que se desplaza a pie, ya sea caminando, corriendo o trotando. En el ámbito del tráfico, se refiere a alguien que está caminando en una carretera, acera, paso de peatones u otra área destinada a los peatones. Los peatones son usuarios vulnerables de



las vías públicas, y es importante que se les brinde seguridad y consideración al diseñar infraestructuras de transporte.

2.2.15.2. Interacción entre el peatón y la vía

El comportamiento de este colectivo, si cabe, es aún menos predecible que el comportamiento de los vehículos, ya que salvo que sean conscientes de una situación claramente peligrosa, los peatones tenderán a acortar al máximo sus recorridos, tomar atajos cuando sea posible e incluso infringir normas de tránsito, Seguridad Vial, **(Bañon & Beiva, 2000)**

En las zonas urbanas, la mayoría de las calles son compartidas por peatones y vehículos. Fuera de ellas, el tránsito de peatones se reduce mucho, aunque todas las vías excepto las autovías permiten el tránsito de peatones.

- **La velocidad al caminar**

La velocidad de desplazamiento del peatón es muy variable y se ve influenciada principalmente por el individuo. Hay numerosos factores que afectan la velocidad con la que caminamos, incluyendo la calidad del pavimento, la superficie del terreno, la densidad de la multitud circundante y la edad y capacidad de los peatones. El diseño del entorno también tiene un papel importante en este proceso (Gehl, 2006).

La edad de los peatones es un factor importante que afecta la ocurrencia de accidentes de colisión entre vehículos y peatones. Los peatones muy jóvenes suelen ser descuidados con el tráfico vehicular por desconocimiento o exceso de confianza (VCH, 2005)

Tabla N° 13. Velocidades medias normales de peatones

EDAD Y SEXO	VELOCIDAD (m/s)
Hombres de menos de 55 años	1,7
Hombres de más de 55 años	1,5
Mujer de menos de 50 años	1,4
Mujer de más de 50 años	1,3
Mujer con niños	0,7
Niños de 6 a 10 años	1,0
Adolescentes	1,8

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas, 2005



2.2.15.3. Volumen peatonal

Es el número de peatones que pasa por un punto en una unidad de tiempo. Usualmente se determina en peatones por metro por minuto (p/m/min) (Castañeda, 2010)

2.2.15.4. Movilidad Peatonal

Según (Castañeda, 2010), Los entornos urbanos se relacionan con los peatones creando espacios y favoreciendo la movilidad de los usuarios, la ergonomía facilita la adaptación de los espacios a los usuarios a través de elementos anatómicamente ajustados a sus necesidades. Se basa en tres condiciones: seguridad, comodidad y autonomía.

- Condición de Seguridad: se debe dar desde dos aspectos, que la infraestructura sea segura y que el espacio por donde circulan los peatones sea conveniente en términos de sana convivencia social generando confianza al utilizarlos.
- Condición de Confort: se da en la medida en que el peatón transite con gusto por el espacio público, realizando recorridos óptimos en tiempo y distancia.
- Condición de Autonomía: se basa en lograr tener espacios públicos donde el peatón pueda valerse por sí mismo.

2.2.15.5. Medidas del flujo peatonal

El flujo de peatones no está tan canalizado como el flujo vehicular en un carril porque las personas tienen mayor libertad de maniobra y pueden moverse en una, dos o más direcciones sin causar mucho conflicto; sin embargo, cuando hay mucho tráfico, tienden a comportarse como tráfico de vehículos. Dado que el ancho de la infraestructura peatonal es variable y no uniforme como el de las autopistas, el volumen y la densidad se expresan por metro de ancho (Castañeda, 2010).

Las siguientes son las expresiones que se deben utilizar para conocer el flujo peatonal:

- **Ancho Total (WT):** aquel que posee el paso sometido a estudio.
- **Ancho Efectivo (WE):** es el ancho del paso del que realmente dispone el peatón para circular por él.

$$WE = WT - WO$$

Donde: WO = Suma de obstáculos y restricciones.



- **Velocidad:** La velocidad se define como el desplazamiento por unidad de tiempo. Cuando se trata de un cruce peatonal, se establece una velocidad promedio para todos los peatones que lo atraviesan durante el momento de mayor demanda.

La velocidad es una magnitud física que indica la rapidez con la que un objeto se mueve en un determinado intervalo de tiempo. Se expresa en unidades de distancia recorrida por unidad de tiempo, como kilómetros por hora (km/h) o metros por segundo (m/s). En el contexto del tráfico y la movilidad, la velocidad se refiere a la velocidad de los vehículos, así como a la velocidad de los peatones y ciclistas. La velocidad es importante en la planificación del transporte, ya que afecta tanto la eficiencia como la seguridad del tráfico.

Esta medida se ve influida por diversas características, como el género (los hombres suelen caminar un 15 o 20% más rápido que las mujeres), la edad (ya que la velocidad puede disminuir entre un 10% y un 30%), y los obstáculos que puedan surgir tanto de las personas como de la propia infraestructura:

$$V = \frac{nL}{t}$$

Donde, n = número de peatones L = Longitud del tramo.

- **Intensidad Peatonal:** es el número de peatones que pasan por una determinada sección en la unidad de tiempo, expresada en peatones por cada 15 minutos o bien en peatones por minuto.

$$I = \frac{n}{t}$$

- **Intensidad por unidad de anchura:** es la intensidad media por unidad de anchura efectiva de la zona peatonal.
- **Densidad:** es el número de peatones por unidad de área. Se expresa en peatones por metro cuadrado (pt/m²):
- **Intervalo:** es la separación entre peatones, medida en unidades de tiempo. Por ejemplo, una circulación de 30 peatones por minuto determina un intervalo medio de 2 segundos.

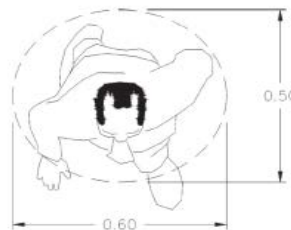
- **Superficie peatonal:** es la superficie media de que dispone cada peatón en una zona, evaluada en metros cuadrados por peatón.

2.2.15.6. Requerimientos del espacio peatonal

Según (AMB, 2005), “Los diseñadores de zonas e instalaciones peatonales utilizan el cuerpo humano para definir medidas estándares de requerimientos de espacio, al menos implícitamente.

Una simple elipse de 0.50 x 0.60 m con un área total de 0.30 m², sirve como el espacio básico ocupado por los peatones. En la evaluación de las instalaciones peatonales, se utiliza un área de 0,75 metros cuadrados como zona de amortiguamiento para cada peatón. Los peatones a pie necesitan una cierta cantidad de espacio disponible frente a ellos. Este espacio es una dimensión crítica porque determina la velocidad de circulación y el número de peatones que pueden pasar por un punto dado en un período de tiempo (AMB, 2005).

Figura N° 37. Elipse para requerimientos de espacio



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM)

2.2.15.7. Parámetros para el análisis de capacidad

Tabla N° 14. Parámetros de capacidad

PARAMETROS	VALOR (*)
Ancho mínimo requerido para la circulación de un peatón sin incomodar al de al lado	0.75 m
Valor máximo de densidad peatonal (K) (Peatones/m ²)	Menores a 5
Capacidad de un andén con ancho de 1.5 a 2.0 m	82 Peatones /min /m.
Superficie peatonal máxima correspondiente a la Capacidad.	0.45 – 0.81 m ² /Peaton
Superficie peatonal estática (ascensores y vehículos de transporte colectivo)	0.18 – 0.27 m ² /Peatones.
Superficie peatonal en ascensores y vehículos de transporte público	0.18 a 0,27 m ² /Peatones
Superficie ocupada por un peatón en los tiempos de espera en un paso peatonal	0.45 m ² /Peatones
Velocidad peatonal máxima	105 m/min
Velocidad peatonal cuando hay arrastre de pies	45 m/min
Superficie peatonal con movimiento de arrastre de pies	0.54 – 0.72 m ² /Peatones
Velocidad media de marcha de los peatones en pasos peatonales	81 a 82.3 m/min (1.35 a 1.37 m/s)
Tiempo de arranque del peatón en un cruce	3 segundos.

Fuente: Highway Capacity Manual HCM.



2.2.15.8. El ciclista

Otro usuario, parte importante del tránsito y transporte, son los ciclistas que deben trasladarse de un lugar a otro en instalaciones dedicadas o mixtas, ya sea para actividades recreativas, laborales, comerciales o de estudio. tráfico de vehículos No importa cómo se haga, siempre ha sido susceptible a una gran cantidad de factores tales como: accidentes causados por interacciones con vehículos motorizados, inseguridad por ser fácilmente asaltado o robado, geografía y terreno muy tortuoso y, por qué no decirlo, a " circunstancias "desfavorables", como la lluvia (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018)

Es necesario establecer los parámetros de diseño de la infraestructura tomando en cuenta la vulnerabilidad y la versatilidad de los ciclistas urbanos y sus bicicletas, así como sus motivos y forma de desplazamiento. Es importante tener en cuenta que los ciclistas urbanos no son deportistas, pues su velocidad y propósito de viaje son muy diferentes. Aquellos que utilizan la bicicleta como medio de transporte para actividades cotidianas como trabajo, estudio o compras, desean trayectos cortos, directos, seguros y atractivos.

Debido a las distintas condiciones físicas de los ciclistas, como su edad, sexo y altura, este grupo no puede considerarse homogéneo y, en consecuencia, se desplazan de acuerdo con sus propias capacidades físicas y mentales. Como resultado, es importante tener en cuenta que cada uno de ellos tiene necesidades específicas, como por ejemplo la capacidad de viajar a distintos ritmos o velocidades, lo que también debe ser considerado por otros usuarios de la vía.

Al diseñar y planificar vías para incluir a los ciclistas, es importante considerar que estos se desplazan mediante su propio esfuerzo físico, por lo que las condiciones de la infraestructura, como los cambios de nivel, la textura del pavimento o las desviaciones, tienen un impacto directo en su rendimiento, comodidad y seguridad.



Figura N° 38. Usuarios y modelos de bicicleta que comúnmente vistos



Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao

Su vulnerabilidad se debe a que se encuentra a la intemperie, por lo que su cuerpo no solo está expuesto a las inclemencias del tiempo, sino que también es su elemento amortiguador frente a obstáculos, impactos o caídas. La bicicleta funciona gracias a la fuerza física del usuario, aunque ahora también existen bicicletas eléctricas con pedales de asistencia (pedales) que apoyan al ciclista cuando se requiere un mayor esfuerzo (por ejemplo, en cuestas). Dado que la bicicleta depende del equilibrio y la habilidad del ciclista, no van en línea recta. Además, debido a su baja amortiguación, los cambios repentinos en el nivel o la textura de la superficie de la carretera pueden afectar directamente la mecánica de la bicicleta y la estabilidad del ciclista.

Las dimensiones de las bicicletas urbanas convencionales pueden variar su longitud entre 1,80 m de alto, 1,90 m de largo y 0,60 m de ancho (Fuente: Ministerio de Transportes de Colombia. 2016).

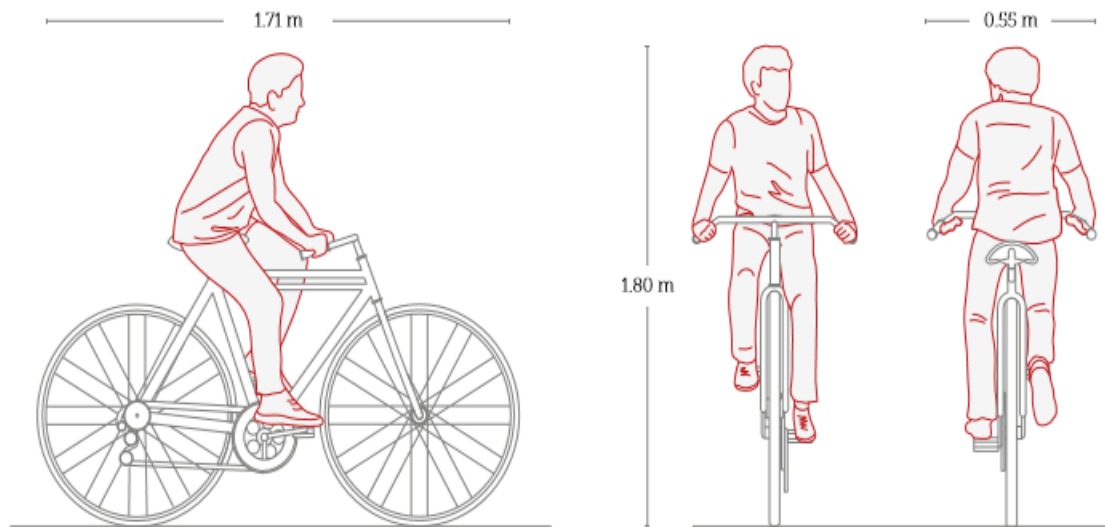
Tabla N° 15. Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta

TIPO DE BICICLETA	ALTO	LARGO	ANCHO
Urbana	1,80 m	1,90 m	0,60 m
De carga	1,80 m	2,45 m	1,00 m
Triciclo	1,80 m	2,10 m	1,20 m

Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao



Figura N° 39. Dimensiones de bicicleta urbana y tipo Bullitt



Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

2.2.16. Procedimientos computarizados

Debido a la complejidad y cantidad de variables que influyen en el flujo vehicular en redes viales urbanas, y a la dificultad para entender cómo caracterizan el tráfico, a veces la toma de decisiones se basa en la experimentación, lo que puede resultar en proyectos viales que no abordan adecuadamente un problema específico. Esto puede dar lugar a la falta de propuestas de soluciones alternativas o a que éstas sean limitadas (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018).

2.2.16.1. Programa PTV VISSIM

El programa VISSIM (**VI**Sual **SI**Mulación: Simulación Visual) es un paquete desarrollado para simular dinámicamente sistemas complejos. Combina una interfaz gráfica con algoritmos matemáticos, que permiten representar sistemas lineales y no lineales y simular su comportamiento en tiempo continuo. Su estructura integrada, hace fácil pasar por las diferentes etapas del modelo como lo son su construcción, simulación, optimización, validación y generación de códigos; permitiéndole al usuario, crear, verificar y validar prototipos de proyectos antes de adelantar su diseño (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas, 2018).



2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general.

El rediseño geométrico de la sección transversal incide de forma directa en el impacto vial de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.

2.3.2. Sub hipótesis

Sub hipótesis 01: El rediseño geométrico de la sección transversal incide en mediana medida en las demoras de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.

Sub hipótesis 02: El rediseño geométrico de la sección transversal incide en mayor medida en la capacidad vial de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.

Sub hipótesis 03: El rediseño geométrico de la sección transversal incide en menor medida en el uso de los dispositivos de control de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.

Sub hipótesis 04: El rediseño geométrico de la sección transversal incide en la optimización de los niveles de servicio de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.

Sub hipótesis 05: El rediseño geométrico de la sección transversal incide en el volumen peatonal y ciclista de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.

2.4. Definición de variables

- Variables independientes:

- Rediseño geométrico de la sección transversal.

- Indicadores de variables independientes:

- D1: Intersecciones viales, número de carriles, ancho de carril, ancho de vereda, pendiente, ancho de ciclovía
- D2: Planta y sección transversal.

- Variables dependientes:

- Impacto Vial.



- **Indicadores de las variables dependientes:**

- Y1: Demoras
- Y2: flujo vehicular
- Y3: Señalización vertical y horizontal, semáforos.
- Y4: Relación volumen capacidad.
- Y5: Volumen peatonal y ciclista



2.5. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla N° 16. Cuadro Operacional de Variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
DENOMINACION	DIMENSIONES	DESCRIPCION	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE						
Rediseño geométrico de la sección transversal	Geometría vial	Formas y trazos que una carretera o vía urbana teniendo como condicionante la topografía del terreno	Cuantitativo	Planta y sección transversal. Intersecciones viales, número de carriles, ancho de carril, ancho de vereda, pendiente, ancho de ciclovia	cantidad	<ul style="list-style-type: none"> • Estación Total • Software AutoCAD Civil 3D • Wincha y GPS Manual de Diseño Geométrico (DG 2018) • Manual
VARIABLE DEPENDIENTE						
Impacto vial	Niveles de servicio.	Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, naturalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición, funcionalidad, estructura y seguridad.	Cuantitativo	Demoras	segundos	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de aforos (conteos vehiculares, peatonales y ciclistas) • HCM 2016, software VISSIM.
	Capacidad Vial.	Representa la cantidad máxima de vehículos transitan por un segmento de carril en un período de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes en la vía y en el tránsito.	Cuantitativo	Flujo vehicular	Vehículos por hora	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de aforos (conteos vehiculares, peatonales y ciclistas). • HCM 2016
	Dispositivos de Control.	Se denomina dispositivos para el control de tránsito a las señales de tránsito, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se coloca sobre o adyacente a las calles y carreteras encargados por la autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de la misma.	Cuantitativo	Señalización vertical y horizontal, Semáforos	Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de observación. • Software Vissim • Cronometro
	Congestión vehicular	Se refiere a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atochamientos, se produce comúnmente en las hora punta.	Cuantitativo.	Relación volumen capacidad (v/c)	Adimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de aforos (conteos vehiculares, peatonales y ciclistas)
	Circulación peatonal y ciclista	Número de peatones y ciclistas que pasa sobre una sección de vía durante un periodo de tiempo.	Cuantitativo	Volumen peatonal y ciclista	Peatones y ciclistas por hora	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de aforos (conteos vehiculares, peatonales y ciclistas) • Software Vissim

Fuente: Elaboración Propia



Capítulo III – Metodología

3.1. Metodología de la investigación:

3.1.1. Enfoque de la investigación:

En la investigación se aplicó el enfoque de tipo Cuantitativa por la naturaleza del objeto de estudio ya que se recoge y se procesa los datos obtenidos del trabajo en campo para su posterior procesamiento de datos y obtención de resultados.

El enfoque cuantitativo implica la medición de variables en un contexto específico, seguido del análisis de los datos obtenidos (frecuentemente mediante métodos estadísticos) y la formulación de conclusiones sobre las hipótesis planteadas. (Roberto Hernández Sampieri. Carlo Fernández Collado, 2003, Pág. 4)

3.1.2. Nivel de investigación:

El nivel de análisis utilizado es descriptivo, debido a que se proporcionó una descripción detallada de situaciones y eventos, incluyendo las propiedades clave de la geometría de la carretera, como los anchos de carril, las secciones de la carretera, sus características de funcionamiento, capacidad vial y nivel de servicio.

3.1.3. Método de investigación:

El método utilizado en este estudio fue el hipotético-deductivo, en el que se observó el fenómeno en las intersecciones seleccionadas y se formularon hipótesis que se sometieron a prueba y verificación durante la investigación. El objetivo fue refutar o confirmar las hipótesis planteadas y establecer conclusiones basadas en hechos reales.

3.2. Diseño de la investigación:

3.2.1. Diseño metodológico:

Se empleó un diseño de investigación experimental, el cual implica manipular intencionalmente la variable independiente en un contexto específico y observar su efecto 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 y análisis de la problemática actual: Como primer paso se realizó una evaluación del área donde se realizó la investigación, donde se definió los tramos a investigar, las intersecciones y se reconoció la señalética.



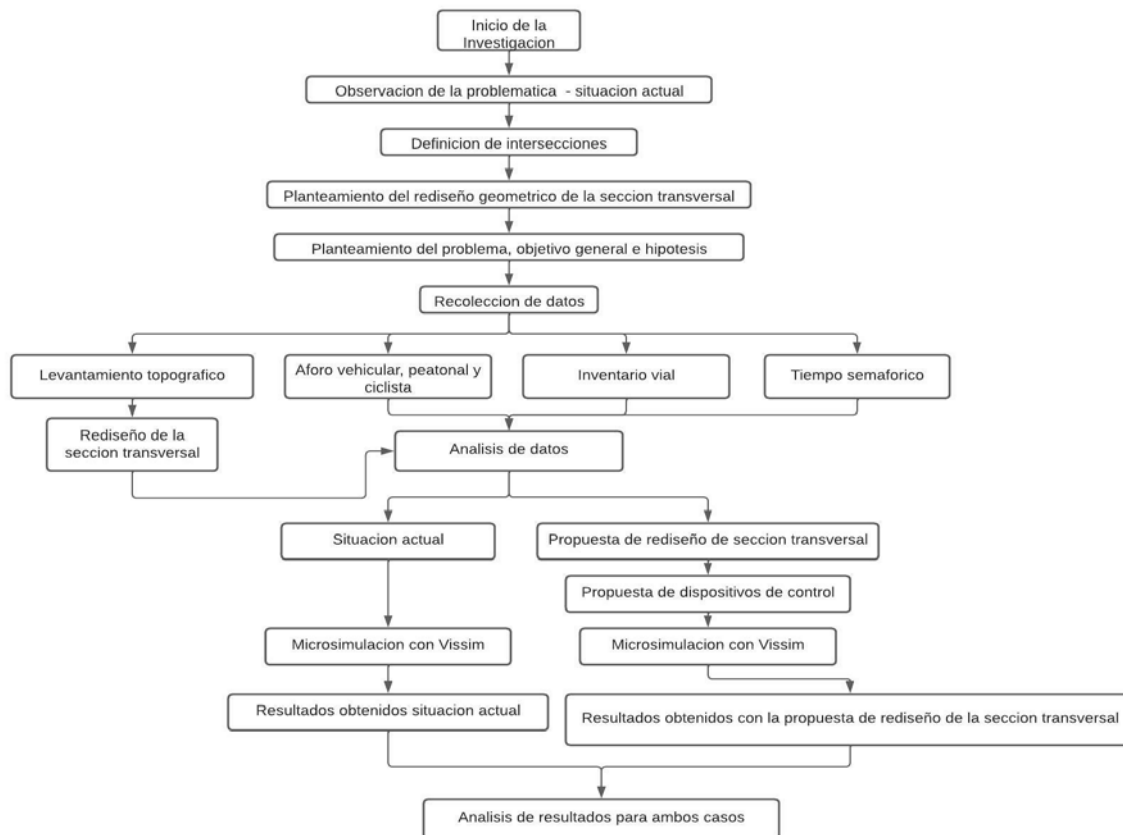
Paso 2: Formulación del problema, objetivos e hipótesis: Se analizo la problemática actual y se planteó una alternativa de rediseño reformulando la sección transversal de la geometría de la vía en estudio

Paso 3: Recolección de datos: Se realizo a partir de datos obtenidos en campo, los cuales consisten en aforos vehiculares, peatonales y ciclistas e inventario vial con lo que se obtuvo las características geométricas y tiempo semafórico.

Paso 4: Análisis de los datos: Para el análisis de datos primero se estudió los datos de la situación actual o datos de entrada para posteriormente plantear una solución con el rediseño geométrico de la vía lo cual se hizo manipulando los datos, con lo cual se compara los datos.

Paso 5: Análisis y resultados: Se realiza el análisis del impacto vial que genera el rediseño de la sección transversal usando para ello los niveles de servicio, capacidad vial, dispositivos de control, la congestión vehicular y la circulación de peatones y ciclistas, para a continuación analizar los resultados obtenidos.

Figura N° 40. Diseño de la ingeniería de la investigación



Fuente: Elaboración 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 presente investigación se consideró todas las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas de la Av. Sol

3.3.1.2. Cuantificación de la Población

La población está consta de las 07 intersecciones semaforizadas y no semaforizadas las cuales son las siguientes:

- La intersección de calle Mantas con Avenida el Sol.
- La intersección de calle Almagro con Avenida el Sol.
- La intersección de calle Ayacucho con Avenida el Sol.
- La intersección de calle Arrayan/Pte. Rosario con Avenida el Sol.
- La intersección de avenida Garcilaso con Avenida el Sol.
- La intersección de avenida Pachacutec con Avenida el Sol.
- La intersección de Av. Pardo/Tullumayo con Avenida el Sol.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la Muestra

La muestra se define como un subgrupo de la población, que es un conjunto de elementos, y para este estudio, la población consta de un número limitado de unidades. Por lo tanto, se seleccionó como muestra la totalidad de la población, que en este caso son las intersecciones con semáforos y sin semáforos en la Avenida El Sol.

Las muestras aleccionadas para la presente investigación consisten en las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas de la avenida El Sol, teniendo en cuenta que en ellas se tiene con una mayor cantidad de flujo peatonal y vehicular.

3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra:

La muestra de la investigación son las 07 intersecciones que se encuentran al largo de la vía en estudio. Las intersecciones a estudiar son las siguientes:



- Intersecciones semaforizadas:
 - Intersección de calle Mantas con Avenida el Sol.
 - Intersección de calle Ayacucho con Avenida el Sol.
 - Intersección de calle Arrayan/Pte. Rosario con Avenida el Sol.
 - Intersección de avenida Garcilaso con Avenida el Sol.
 - Intersección de Av. Pardo/Tullumayo con Avenida el Sol.
- Intersecciones no semaforizadas:
 - Intersección de calle Almagro con Avenida el Sol.
 - Intersección de avenida Pachacutec con Avenida el Sol.

3.3.2.3. Método de Muestreo:

El método de muestreo que se utilizó en la presente investigación es el NO PROBABILÍSTICO Según (Hernández Sampieri, 2014), las muestras no probabilísticas, conocidas también como muestras dirigidas, consisten en un método de selección influenciado por las particularidades de la investigación, en vez de ser seleccionados a través de un criterio estadístico de generalización. Estas son empleadas en distintos estudios cuantitativos y cualitativos, seleccionando individuos o casos "típicos" sin la intención de que representen estadísticamente a una población específica.

Un conjunto de características se utiliza para identificar objetivamente el sistema vial en análisis y para establecer la población y muestra de la investigación. Los criterios que se consideran son los siguientes:

- Son intersecciones con sistema de control semaforizado o no semaforizado.
- Son intersecciones de 3 o 4 accesos o calles.
- Las intersecciones debes estar ubicadas en la Av. El Sol.
- Son intersecciones con flujo longitudinal y transversal sea vehicular, peatonal y ciclista.



3.3.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:

Se evaluaron las siete intersecciones mediante los criterios expuestos por, Highway Capacity Manual 2016 (HCM 2016) las cuales consisten en lo siguiente:

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

3.3.2.5. Criterios de Inclusión:

Los criterios que determinamos para la inclusión son:




















- Intersecciones viales que estén dentro de la tipología de intersecciones tipo abierto o partido.
- Las intersecciones viales que se encuentre en la Av. El sol y sobre las cuales se tenga un gran flujo vehicular como demanda
- Las intersecciones viales que se encuentren dentro de la tipología de intersección semaforizada

3.4. Instrumentos:

3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

3.4.1.1. Ficha de aforo vehicular

Figura N° 41. Formato de conteo vehicular

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																				
TESIS: ELABORADO POR :															 ESTACION CODIGO DE LA ESTACION DIA Y FECHA					
TRAMO DE LA VIA																				
SENTIDO																				
UBICACION																				
DIA					PICO															
HORA	SENTIDO	AUTOS	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER						
DIAGRA. VEH.			PICK UP 	PANEL 	RURAL  Combi 		2 E 	>=3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	251/252 	253 	351/352 	>= 353 	2T2 	2T3 	3T2 	>=3T3	
PARCIAL:																				


Fuente: Elaboración propia.



3.4.1.2. Ficha de aforo peatonal

La ficha de aforo peatonal permitió determinar el número de personas que transitan por la vía en un intervalo de tiempo establecido.

Figura N° 42. Ficha aforo peatonal

 Universidad Andina del Cusco				AFORO PEATONAL			
TESIS: "ANÁLISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"							
TESISTA:	Bach. Andy Eder Palomino Quispe			FECHA			
INTERSECCION				DÍA:			
UBICACIÓN				CODIGO			
SENTIDOS							
HORA							TOTAL
SUB TOTAL							
SUB TOTAL							
SUB TOTAL							
TOTAL							

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.3. Ficha de características geométricas.

Permite realizar el inventario vial usado en paralelo el levantamiento topográfico que se realizó en la vía de estudio.



Figura N° 43. Ficha características geométricas de la vía


SITUACION-ACTUAL			
Descripción General:			
Características geométricas:			
Ancho de calzada:		Cantidad de carriles:	Ancho de Carril:
Ancho de vereda lado izquierdo:		Ancho de vereda lado derecho:	
Plano de referencia:		Corte:	
Calle:			
Ancho de calzada:		Cantidad de carriles:	Ancho de Carril:
Ancho de vereda lado izquierdo:		Ancho de vereda lado derecho:	
Plano de referencia:		Corte:	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.4. Ficha de características semafóricas.

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

Figura N° 44. Ficha recolección de características semafóricas

TIEMPOS DE FASES DE SEMAFORO				
TESIS:	"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL			 Universidad Andina del Cusco
TESISTA:	Andy Eder Palomino Quispe			
FECHA:				
INTERSECCION:	Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional			
CODIFICACION:	S1	S2	S3	
TIEMPO DE CICLO	117			
TIEMPO VERDE	64	64	50	
TIEMPO AMBAR	3	3	3	
(Seg)	50	50	64	

Fuente: Elaboración propia



3.4.2. Instrumentos de ingeniería

3.4.2.1. Instrumentos usados en campo.

Los instrumentos que se usaron en campo para la presente investigación constan de los siguientes:

- Estación total (equipo completo).
- GPS.
- Flexómetro de 10 mts.
- Cámara Fotográfica.
- Tablero de madera.

3.4.2.2. Instrumentos de Gabinete.

Los instrumentos que se utilizaron en gabinetes son los necesarios para poder procesar los datos obtenidos en campo.

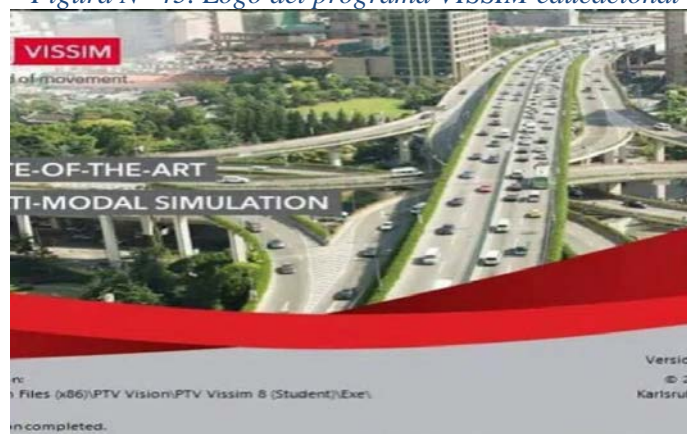
- Laptop HP.
- Calculadora.
- Softwares.

3.4.2.3. Software utilizado.

- Software VISSIM 22 (versión educacional):

El programa VISSIM 22 es un software utilizado para la simulación microscópica y multimodal además se puede simular tanto vehículos, peatones y ciclistas, con este programa se realizará la simulación de transporte en las intersecciones la cual brinda una representación virtual realista de todos los aspectos del flujo y control del tránsito.

Figura N° 45. Logo del programa VISSIM educacional



Fuente: VISSIM



- **Autocad Civil 3D**

Instrumento utilizado para procesar los datos que se obtuvieron en el levantamiento topográfico, el cual con el procesamiento tendrá líneas con información de las coordenadas, distancias, y secciones trasversales de la zona de estudio.

Figura N° 46. Logo Autocad Civil 3D



Fuente: [www.Autocad civil 3D.edu.com](http://www.Autocadcivil3D.edu.com)

- **Software de apoyo Auto Cad.2018**

Instrumento que se utilizó para el dibujo técnico de la vía y sus intersecciones mostrando la vistas en planta y en corte (secciones trasversales) las cuales se manejan en escalas predeterminadas, se pusieron detalles de anchos, medidas y la identificación de las vías y la posterior conversión al formato PDF para una mejor visualización.

Figura N° 47. Logo de AutoCAD 2018



Fuente: www.Autocad2018.edu.pe

- **Software de apoyo Excel.**

Instrumento eficaz que se utiliza para la automatización de datos en la cual se puede realizar fórmulas que realicen operaciones matemáticas, para ellos introducimos valores como datos



en celdas agrupándolo en columnas y filas de manera conveniente, también se puede crear tablas, gráficos, histogramas u otros que el investigador vea por conveniente.

Figura N° 48. Logo del programa Excel



Fuente: www.Excel2016.edu.pe

3.5. Procedimientos de recolección de datos

3.5.1. Volúmenes de tránsito

3.5.2. Aforos vehiculares para la obtención de la hora punta

- Formatos utilizados:

Los vehículos fueron contados siguiendo el formato de conteo vehicular modificado a partir de los formatos proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se registró el aforo en intervalos de 15 minutos para luego procesar la información del video.

- Procedimientos realizados:

Para la obtención de datos se solicitó a la Municipalidad Provincial del Cusco mediante mesa de partes la grabación de las cámaras que se encuentran en los semáforos de la Av. El Sol, los cuales fueron proporcionados a través de varios drivers, posteriormente se descargó dicha información y se obtuvo los flujos vehiculares, se adjunta en “anexo” todos los datos obtenidos.

3.5.3. Aforos obtenidos del día miércoles

El aforo vehicular corresponde a la intersección 03 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos, en donde se realizó el aforo los cuales están divididos por sentidos de N-S, S-N, E-O y O-E.



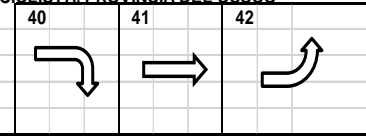
Tabla N° 17. Hoja de aforo vehicular 06 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

HOJA DE CONTEO VEHICULAR (SITUACION ACTUAL)																												
TESIS:		"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"																										
INTERSECCION:		Av. El Sol -Calle Ayacucho - Calle Afligidos																										
FECHA:		07 de setiembre del 2022																										
DIA :		Miercoles																										
APROXIMACION NS:		Av. El Sol																										
		10			11			12																				
		↓			↓			↓																				
HORAS DE CONTROL	UTO COLECTIVO			UTO PARTICULA			PICK UP			BUS			BUS DE TRANS			CAMION LIGERO			CAMION PESADO			CAMION ARTICULA			1/4 HORA	SUMA HORARIA	GRAN TOTAL	SUMA HORARIA
	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12				
7:00-7:15	3	41	0	1	18	0	3	4	0	0	3	0	6	4	0	0	3	0	0	1	0	0	0	87		601		
7:15-7:30	2	45	0	1	19	0	1	6	0	0	4	0	8	6	0	0	3	0	0	3	0	0	0	98		800		
7:30-7:45	3	42	0	1	18	0	1	6	0	0	3	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91		834		
7:45-8:00	2	55	0	1	24	0	1	7	0	0	3	0	6	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	108	384	901	3135	
8:00-8:15	2	60	0	1	26	0	0	6	0	0	1	0	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	111		925		
8:15-8:30	3	63	0	1	27	0	1	8	0	0	1	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118		959		
8:30-8:45	7	54	0	3	23	0	0	11	0	1	4	0	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	118		839		
8:45-9:00	4	55	0	2	24	0	0	13	0	0	6	0	7	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	116	462	884	3607	
9:00-9:15	9	52	0	4	22	0	1	11	0	1	1	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118		842		
9:15-9:30	5	51	0	2	22	0	0	15	0	0	4	0	7	6	0	0	3	0	0	1	0	0	0	116		856		
9:30-9:45	4	51	0	2	22	0	0	15	0	0	3	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111		861		
9:45-10:00	5	51	0	2	22	0	0	13	0	0	1	0	8	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	111	455	825	3384	
10:00-10:15	3	61	0	1	26	0	0	11	0	3	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119		830		
10:15-10:30	4	61	0	2	26	0	1	13	0	0	3	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122		841		
10:30-10:45	3	56	0	1	24	0	3	15	0	0	1	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116		840		
10:45-11:00	4	53	0	2	23	0	0	15	0	0	0	0	7	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	113	470	843	3355	
11:00-11:15	2	47	0	1	20	0	0	15	0	0	3	0	6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	101		801		
11:15-11:30	1	53	0	0	23	0	0	17	0	1	0	0	6	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	112		838		
11:30-11:45	2	55	0	1	24	0	1	18	0	0	1	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113		861		
11:45-12:00	3	56	0	1	24	0	0	20	0	0	3	0	7	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	123	449	886	3386	
12:00-12:15	4	55	0	2	24	0	0	17	0	0	1	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116		870		
12:15-12:30	4	48	0	2	21	0	0	15	0	0	0	0	8	6	0	0	3	0	0	1	0	0	0	108		845		
12:30-12:45	6	47	0	2	20	0	0	14	0	0	1	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105		849		
12:45-13:00	8	42	0	3	18	0	0	13	0	0	3	0	6	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	99	428	829	3392	
13:00-13:15	8	41	0	4	18	0	0	13	0	0	0	0	6	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	97		896		
13:15-13:30	5	44	0	2	19	0	1	11	0	0	4	0	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	101		875		
13:30-13:45	4	41	0	2	18	0	0	10	0	0	0	0	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	90		879		
13:45-14:00	6	42	0	3	18	0	0	14	0	1	3	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	386	735	3385	
14:00-14:15	1	41	0	0	18	0	0	13	0	0	1	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88		764		
14:15-14:30	2	38	0	1	16	0	0	11	0	0	1	0	6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	83		698		
14:30-14:45	1	37	0	0	16	0	0	15	0	0	0	0	4	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	84		710		
14:45-15:00	2	37	0	1	16	0	1	14	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	337	689	2862	
15:00-15:15	1	38	0	0	16	0	0	13	0	1	1	0	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	87		685		
15:15-15:30	2	40	0	1	17	0	0	11	0	0	0	0	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	85		581		
15:30-15:45	1	40	0	0	17	0	0	13	0	0	1	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87		582		
15:45-16:00	2	42	0	1	18	0	0	11	0	0	0	0	6	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	88	347	577	2425	
16:00-16:15	1	33	0	0	14	0	1	13	0	0	0	0	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	78		582		
16:15-16:30	2	33	0	1	14	0	0	13	0	0	3	0	7	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	81		585		
16:30-16:45	3	37	0	1	16	0	0	14	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84		573		
16:45-17:00	3	36	0	1	16	0	3	15	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	329	584	2325	
17:00-17:15	2	36	0	1	16	0	0	14	0	1	1	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81		613		
17:15-17:30	2	35	0	1	15	0	0	13	0	0	3	0	6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	81		609		
17:30-17:45	3	36	0	1	16	0	0	11	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80		614		
17:45-18:00	2	37	0	1	16	0	0	13	0	0	0	0	6	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	84	326	608	2444	
18:00-18:15	2	38	0	1	16	0	0	11	0	0	1	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81		594		
18:15-18:30	3	41	0	1	18	0	0	13	0	0	0	0	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	90		481		
18:30-18:45	2	38	0	1	16	0	0	14	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85		702		
18:45-19:00	3	37	0	1	16	0	0	15	0	0	3	0	7	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	88	344	699	2477	
19:00-19:15	2	37	0	1	16	0	0	15	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84		726		
19:15-19:30	3	36	0	1	16	0	0	17	0	0	1	0	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	88		707		
19:30-19:45	2	35	0	1	15	0	0	14	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78		688		
19:45-20:00	2	34	0	1	15	0	0	13	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	328	673	2794	
DIA	163	2319	0	70	994	0	22	664	0	11	77	0	333	322	0	0	66	0	0	7	0	0	0					
H.P A.M	16	231	0	7	99	0	1	38	0	1	13	0	25	25	0	0	6	0	0	0	0	0	0					
H.P MD	45	361	0	19	155	0	1	106	0	1	13	0	52	49	0	0	11	0	0	1	0	0	0					
H.P PM	19	298	0	8	128	0	0	112	0	0	6	0	52	43	0	0	7	0	0	0	0	0	0					

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 18. Hoja de aforo vehicular 07 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

HOJA DE CONTEO VEHICULAR (SITUACION ACTUAL)																										
TESIS:		"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL. COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA. PROVINCIA DEL CUSCO"																				 Universidad Andina del Cusco				
INTERSECCION:		Av. El Sol -Calle Ayacucho - Calle Afligidos																								
FECHA:		07 de setiembre del 2022																								
DIA :		Miercoles																								
APROXIMACION O-E:		Calle Ayacucho																								
HORAS DE CONTROL	AUTO COLECTIVO			AUTO PARTICULAR			PICK UP			BUS			BUS DE TRANS			CAMION LIGERO			CAMION PESADO			CAMION ARTICULO			TOTAL	SUMA
	40	41	42	40	41	42	40	41	42	40	41	42	40	41	42	40	41	42	40	41	42	40	41	42	K 1/4 HORA	HORARIA
7:00-7:15	5	35	0	5	35	0	0	6	0	0	5	0	6	35	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	135	
7:15-7:30	3	34	0	3	34	0	0	6	0	0	5	0	8	38	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	141	
7:30-7:45	3	35	0	3	35	0	3	5	5	0	2	0	9	41	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	145	
7:45-8:00	5	41	0	5	41	0	5	6	5	0	3	0	6	43	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	164	584
8:00-8:15	5	46	0	5	46	0	0	8	6	0	0	0	8	43	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	170	
8:15-8:30	8	47	0	8	47	0	5	6	6	0	2	0	9	44	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	184	
8:30-8:45	6	29	0	3	12	0	0	8	0	0	0	0	6	47	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	115	
8:45-9:00	6	29	0	3	12	0	0	6	0	0	0	0	8	44	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	112	580
9:00-9:15	5	28	0	2	12	0	3	8	0	0	3	0	9	43	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	115	
9:15-9:30	6	31	0	3	13	0	0	9	0	0	0	0	8	40	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	112	
9:30-9:45	5	34	0	2	15	0	5	11	0	0	0	0	6	43	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	124	
9:45-10:00	7	31	0	3	13	0	0	9	0	0	2	0	6	44	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	119	470
10:00-10:15	6	29	0	3	12	0	0	11	0	0	0	0	6	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	
10:15-10:30	5	32	0	2	14	0	3	8	0	0	0	0	8	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	
10:30-10:45	4	33	0	2	14	0	5	9	0	0	0	0	9	41	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	121	
10:45-11:00	5	31	0	2	13	0	6	11	0	0	2	0	9	41	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	122	464
11:00-11:15	6	34	0	3	15	0	2	6	0	0	0	0	8	43	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	118	
11:15-11:30	7	36	0	3	16	0	5	8	0	0	0	0	9	44	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	130	
11:30-11:45	6	37	0	3	16	0	3	8	0	0	0	0	8	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	
11:45-12:00	5	36	0	2	16	0	5	6	0	0	2	0	9	43	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	129	499
12:00-12:15	4	39	0	2	17	0	6	8	0	0	0	0	8	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	
12:15-12:30	5	40	0	2	17	0	6	9	0	0	0	0	8	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	
12:30-12:45	4	34	0	2	15	0	5	8	0	0	2	0	9	41	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	121	
12:45-13:00	4	31	0	2	13	0	5	9	0	0	0	0	9	43	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	121	493
13:00-13:15	5	37	0	2	16	0	3	8	0	0	0	0	8	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	
13:15-13:30	5	39	0	2	17	0	3	9	0	0	2	0	9	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	
13:30-13:45	4	37	0	2	16	0	5	6	0	0	0	0	8	44	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	127	
13:45-14:00	4	40	0	2	17	0	0	5	0	0	0	0	9	40	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	119	496
14:00-14:15	3	34	0	1	15	0	5	6	0	0	0	0	8	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	
14:15-14:30	4	31	0	2	13	0	0	8	0	0	0	0	9	41	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	112	
14:30-14:45	3	30	0	1	13	0	3	9	0	0	3	0	9	43	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	116	
14:45-15:00	4	29	0	2	12	0	0	8	0	0	0	0	8	44	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	112	453
15:00-15:15	3	30	0	1	13	0	2	6	0	0	0	0	8	40	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	104	
15:15-15:30	4	31	0	2	13	0	0	5	0	0	2	0	9	41	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	110	
15:30-15:45	3	33	0	1	14	0	0	6	0	0	0	0	9	43	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	115	
15:45-16:00	4	30	0	2	13	0	2	8	0	0	0	0	8	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	438
16:00-16:15	5	29	0	2	12	0	0	9	0	0	0	0	6	41	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	107	
16:15-16:30	4	36	0	2	16	0	3	8	0	0	2	0	8	43	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	127	
16:30-16:45	5	34	0	2	15	0	0	6	0	0	0	0	9	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	
16:45-17:00	4	32	0	2	14	0	2	8	0	0	0	0	8	40	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	113	459
17:00-17:15	4	34	0	2	15	0	0	9	0	0	5	0	9	41	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	122	
17:15-17:30	5	36	0	2	16	0	3	8	0	0	2	0	8	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	
17:30-17:45	4	34	0	2	15	0	2	6	0	0	0	0	9	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	
17:45-18:00	4	34	0	2	15	0	0	9	0	0	0	0	8	41	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	118	477
18:00-18:15	3	36	0	1	16	0	0	6	0	0	0	0	9	40	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	116	
18:15-18:30	4	46	0	2	20	0	2	8	0	0	0	0	8	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	
18:30-18:45	3	45	0	1	19	0	3	6	0	0	0	0	9	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	
18:45-19:00	4	48	0	2	21	0	0	8	0	0	0	0	8	38	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	133	506
19:00-19:15	3	45	0	1	19	0	0	5	0	0	0	0	6	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	
19:15-19:30	4	45	0	2	19	0	2	5	0	0	0	0	6	34	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	121	
19:30-19:45	4	34	0	2	15	0	0	3	0	0	0	0	8	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	
19:45-20:00	4	34	0	2	15	0	2	5	0	0	0	0	8	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	442
DIA	248	1841	0	122	925	0	112	376	21	0	38	0	415	2144	0	28	86	0	0	5	0	0	0	0		
H.P A.M	25	151	0	18	118	0	5	28	12	0	2	0	31	179	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0		
H.P MD	37	297	0	16	127	0	32	61	0	0	3	0	67	334	0	3	11	0	0	0	0	0	0	0		
H.P PM	31	334	0	13	143	0	8	44	0	0	0	0	61	300	0	3	11	0	0	0	0	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 19. Hoja de aforo vehicular 08 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

HOJA DE CONTEO VEHICULAR (SITUACION ACTUAL)																															
TESIS:		"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL																													
INTERSECCION:		Av. El Sol -Calle Ayacucho - Calle Afligidos																													
FECHA:		07 de setiembre del 2022																													
DIA :		Miercoles																													
APROXIMACION E-O:		Calle Afligidos																													
HORAS DE CONTROL	AUTO COLECTIVO			AUTO PARTICULAR			PICK UP			BUS			BUS DE TRANS			CAMION LIGERO			CAMION PESADO			CAMION ARTICULO			TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA					
	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32	30	31	32							
7:00-7:15	0	13	4	0	5	2	0	6	6	0	4	0	0	46	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	92						
7:15-7:30	0	17	10	0	7	4	0	4	6	0	8	0	0	50	0	0	2	0	0	0	0	0	0	108							
7:30-7:45	1	21	8	1	9	4	0	6	6	2	6	0	0	42	0	0	4	0	0	0	0	0	0	110							
7:45-8:00	4	20	6	2	8	2	0	8	10	2	6	0	0	44	0	0	2	0	0	2	0	0	0	114	424						
8:00-8:15	6	20	8	2	8	4	0	8	4	4	4	0	0	44	0	0	4	0	0	0	0	0	0	116							
8:15-8:30	6	17	10	2	7	4	0	6	8	4	6	0	0	46	0	0	4	0	0	0	0	0	0	120							
8:30-8:45	0	17	8	0	7	4	0	8	6	0	0	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	100							
8:45-9:00	0	20	7	0	8	3	2	4	6	0	4	0	0	48	0	0	4	0	0	0	0	0	0	106	442						
9:00-9:15	0	21	8	0	9	4	0	6	8	0	0	0	0	50	0	0	2	0	0	0	0	0	0	108							
9:15-9:30	0	28	10	0	12	4	0	6	10	0	2	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120							
9:30-9:45	0	25	11	0	11	5	4	8	12	0	4	0	0	50	0	0	4	0	0	0	0	0	0	134							
9:45-10:00	0	28	13	0	12	5	0	6	10	0	6	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	488						
10:00-10:15	0	25	11	0	11	5	6	4	6	0	4	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116							
10:15-10:30	0	25	13	0	11	5	0	4	8	2	6	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	124							
10:30-10:45	0	24	11	0	10	5	4	6	10	0	4	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120							
10:45-11:00	0	24	15	0	10	7	0	8	8	0	6	0	0	44	0	0	2	0	0	0	0	0	0	124	484						
11:00-11:15	0	24	17	0	10	7	0	6	8	0	4	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122							
11:15-11:30	0	25	11	0	11	5	0	6	6	0	6	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	120							
11:30-11:45	0	28	13	0	12	5	4	8	4	0	4	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	128							
11:45-12:00	0	25	11	0	11	5	0	6	6	0	6	0	0	52	0	0	2	0	0	0	0	0	0	124	494						
12:00-12:15	0	24	10	0	10	4	4	8	8	0	4	0	0	44	0	0	2	0	0	0	0	0	0	118							
12:15-12:30	0	24	11	0	10	5	0	6	6	0	6	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116							
12:30-12:45	0	25	13	0	11	5	0	8	6	0	4	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	122							
12:45-13:00	0	20	11	0	8	5	2	8	4	2	6	0	0	46	0	0	2	0	0	0	0	0	0	114	470						
13:00-13:15	0	17	15	0	7	7	0	4	6	0	4	0	0	48	0	0	4	0	0	0	0	0	0	112							
13:15-13:30	0	18	13	0	8	5	0	6	8	0	4	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	112							
13:30-13:45	0	20	15	0	8	7	0	8	6	0	6	0	0	50	0	0	4	0	0	0	0	0	0	124							
13:45-14:00	0	18	7	0	8	3	2	6	8	0	8	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	110	458						
14:00-14:15	0	21	8	0	9	4	4	6	4	0	6	0	0	46	0	0	4	0	0	0	0	0	0	112							
14:15-14:30	0	20	7	0	8	3	4	8	4	0	4	0	0	44	0	0	2	0	0	0	0	0	0	104							
14:30-14:45	0	21	10	0	9	4	0	8	2	2	6	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112							
14:45-15:00	0	20	7	0	8	3	2	6	2	0	4	0	0	52	0	0	2	0	0	0	0	0	0	106	434						
15:00-15:15	0	20	6	0	8	2	0	8	4	0	4	0	0	54	0	0	2	0	0	0	0	0	0	108							
15:15-15:30	0	17	7	0	7	3	0	6	6	0	6	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96							
15:30-15:45	0	18	8	0	8	4	0	8	8	0	4	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104							
15:45-16:00	0	20	8	0	8	4	4	6	6	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	412						
16:00-16:15	0	21	10	0	9	4	0	8	4	0	8	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	114							
16:15-16:30	0	21	8	0	9	4	0	6	8	0	4	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110							
16:30-16:45	0	20	7	0	8	3	0	6	6	0	6	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106							
16:45-17:00	0	20	8	0	8	4	0	4	6	0	8	0	0	52	0	0	2	0	0	0	0	0	0	112	442						
17:00-17:15	0	20	10	0	8	4	0	6	4	0	6	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108							
17:15-17:30	0	18	8	0	8	4	0	6	6	0	4	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102							
17:30-17:45	0	18	7	0	8	3	0	4	4	0	6	0	0	50	0	0	2	0	0	0	0	0	0	102							
17:45-18:00	0	20	6	0	8	2	2	6	8	0	8	0	0	48	0	0	4	0	0	0	0	0	0	112	424						
18:00-18:15	0	21	7	0	9	3	0	8	10	0	4	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114							
18:15-18:30	0	18	8	0	8	4	0	6	8	0	6	0	0	52	0	0	2	0	0	0	0	0	0	112							
18:30-18:45	0	18	7	0	8	3	2	8	6	0	4	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106							
18:45-19:00	0	20	6	0	8	2	0	6	4	0	0	0	0	48	0	0	4	0	0	0	0	0	0	98	430						
19:00-19:15	0	15	7	0	7	3	0	8	6	0	6	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100							
19:15-19:30	0	20	8	0	8	4	0	6	4	0	0	0	0	48	0	0	2	0	0	0	0	0	0	100							
19:30-19:45	0	20	8	0	8	4	0	8	0	0	8	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106							
19:45-20:00	0	15	7	0	7	3	0	6	2	0	0	0	0	50	0	0	4	0	0	0	0	0	0	94	400						
DIA	17	###	486	7	458	208	46	334	322	18	244	0	0	2496	0	0	92	0	0	4	0	0	0								
H.P.A.M	11	73	34	5	31	14	2	26	24	8	14	0	0	186	0	0	14	0	0	0	0	0	0								
H.P.MD	0	165	95	0	71	41	8	54	52	2	42	0	0	380	0	0	18	0	0	0	0	0	0								
H.P.PM	0	147	59	0	63	25	2	56	40	0	28	0	0	398	0	0	12	0	0	0	0	0	0								

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 20. Hoja de aforo vehicular 09 Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

HOJA DE CONTEO VEHICULAR (SITUACION ACTUAL)																												
TESIS:		"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL. COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA. PROVINCIA DEL CUSCO"																										
INTERSECCION:		Av. El Sol -Calle Ayacucho - Calle Afligidos																										
FECHA:		07 de setiembre del 2022																										
DIA :		Miercoles																										
APROXIMACION S-N:		Av. EL Sol																										
HORAS DE CONTROL	AUTO COLECTIVO			AUTO PARTICULAR			PICK UP			BUS			BUS DE TRANS			CAMION LIGERO			CAMION PESADO			CAMION ARTICULAD			TOTAL 1/4 HORAS	SUMA HORARIA		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22				
7:00-7:15	0	156	3	0	67	1	0	25	9	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	
7:15-7:30	0	266	5	0	114	2	0	28	7	0	0	0	0	25	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	453	
7:30-7:45	0	277	3	0	119	1	0	32	7	0	14	0	0	28	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	488	
7:45-8:00	0	288	5	0	124	2	0	39	9	0	18	0	0	28	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	515	1743
8:00-8:15	0	296	5	0	127	2	0	44	5	0	21	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	529	
8:15-8:30	0	293	6	0	126	3	0	46	7	0	18	0	0	32	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	538	
8:30-8:45	0	280	8	0	120	3	0	53	7	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	506	
8:45-9:00	0	295	11	0	126	5	0	51	9	0	14	0	0	32	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550	2123
9:00-9:15	0	262	10	0	112	4	0	55	5	0	16	0	0	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	501	
9:15-9:30	0	279	6	0	119	3	0	48	5	0	16	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	508	
9:30-9:45	0	262	10	0	112	4	0	51	0	0	18	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	492	
9:45-10:00	0	272	8	0	117	3	0	28	2	0	0	0	0	32	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	1971
10:00-10:15	0	279	8	0	119	3	0	30	5	0	9	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	490	
10:15-10:30	0	280	5	0	120	2	0	28	7	0	0	0	0	37	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	481	
10:30-10:45	0	270	6	0	116	3	0	53	2	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483	
10:45-11:00	0	270	8	0	116	3	0	35	7	0	5	0	0	37	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483	1937
11:00-11:15	0	254	8	0	109	3	0	32	2	0	7	0	0	37	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	460	
11:15-11:30	0	262	6	0	112	3	0	39	2	0	9	0	0	35	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	476	
11:30-11:45	0	279	5	0	119	2	0	41	5	0	7	0	0	35	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	497	
11:45-12:00	0	298	6	0	128	3	0	37	0	0	5	0	0	30	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511	1944
12:00-12:15	0	298	8	0	128	3	0	37	0	0	5	0	0	32	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	513	
12:15-12:30	0	282	5	0	121	2	0	41	5	0	7	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	492	
12:30-12:45	0	282	6	0	121	3	0	53	0	0	0	0	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	501	
12:45-13:00	0	277	5	0	119	2	0	41	0	0	9	0	0	35	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	495	2001
13:00-13:15	0	324	8	0	139	3	0	55	2	0	2	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	566	
13:15-13:30	0	314	10	0	135	4	0	41	0	0	0	0	0	28	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	534	
13:30-13:45	0	311	8	0	133	3	0	44	5	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	538	
13:45-14:00	0	229	5	0	98	2	0	39	0	0	2	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	2045
14:00-14:15	0	248	8	0	106	3	0	41	7	0	0	0	0	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451	
14:15-14:30	0	217	10	0	93	4	0	39	0	0	5	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	
14:30-14:45	0	224	5	0	96	2	0	30	2	0	7	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398	
14:45-15:00	0	221	5	0	95	2	0	25	0	0	5	0	0	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	389	1638
15:00-15:15	0	221	6	0	95	3	0	21	2	0	2	0	0	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	386	
15:15-15:30	0	158	5	0	68	2	0	18	2	0	5	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290	
15:30-15:45	0	143	6	0	61	3	0	21	2	0	2	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	276	
15:45-16:00	0	148	6	0	63	3	0	18	0	0	0	0	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	276	1228
16:00-16:15	0	148	3	0	63	1	0	28	5	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	
16:15-16:30	0	143	5	0	61	2	0	14	2	0	0	0	0	35	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	267	
16:30-16:45	0	147	5	0	63	2	0	21	0	0	2	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271	
16:45-17:00	0	151	5	0	65	2	0	18	0	0	0	0	0	30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	1095
17:00-17:15	0	156	6	0	67	3	0	28	2	0	5	0	0	32	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	301	
17:15-17:30	0	164	5	0	70	2	0	30	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	
17:30-17:45	0	177	3	0	76	1	0	28	2	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317	
17:45-18:00	0	155	5	0	66	2	0	25	0	0	2	0	0	35	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	294	1217
18:00-18:15	0	151	6	0	65	3	0	21	0	0	5	0	0	30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	
18:15-18:30	0	55	5	0	23	2	0	18	5	0	7	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	
18:30-18:45	0	230	6	0	99	3	0	16	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	384	
18:45-19:00	0	222	3	0	95	1	0	14	0	0	7	0	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	1196
19:00-19:15	0	256	3	0	110	1	0	18	0	0	0	0	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	426	
19:15-19:30	0	230	5	0	99	2	0	25	0	0	0	0	0	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398	
19:30-19:45	0	229	6	0	98	3	0	28	0	0	5	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	403	
19:45-20:00	0	237	5	0	101	2	0	21	0	0	2	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398	1624
DIA	0	####	317	0	5214	136	0	1711	145	0	262	0	0	###	0	0	120	0	0	2	0	0	0	0	0	0		
H.P A.M	0	1164	31	0	499	13	0	193	28	0	53	0	0	129	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
H.P MD	0	2315	55	0	992	23	0	352	12	0	25	0	0	255	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
H.P PM	0	1610	40	0	690	17	0	161	5	0	25	0	0	258	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia



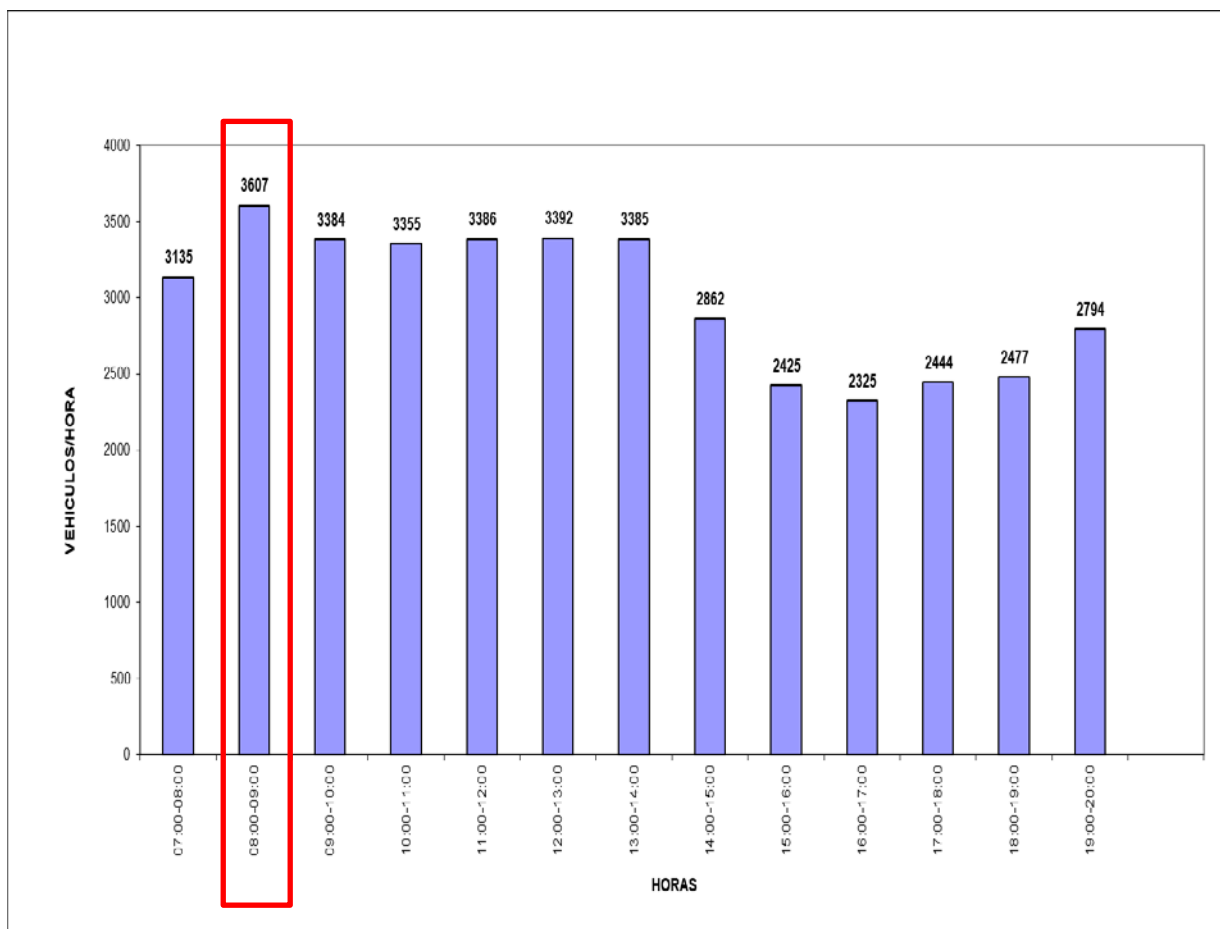
3.5.4. Variación máxima diaria

Para la determinación de la variación diaria se tomó el mayor aforo vehicular obtenido del 05 al 11 de noviembre del 2022, en la intersección de Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Arrayan, donde se obtuvieron en los aforos máximos, resultando de ello el día miércoles 07 de noviembre como el día donde se tiene mayor volumen vehicular.

3.5.5. Variación máxima horaria

Para la determinación de la variación máxima horaria se tomó el mayor valor registrado en el aforo del día miércoles 07 de noviembre, el cual corresponde de 8:00 a.m. a 9:00 a.m. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Arrayan, a continuación, se muestran dichos datos:

Figura N° 49. Variación máxima horaria vehicular

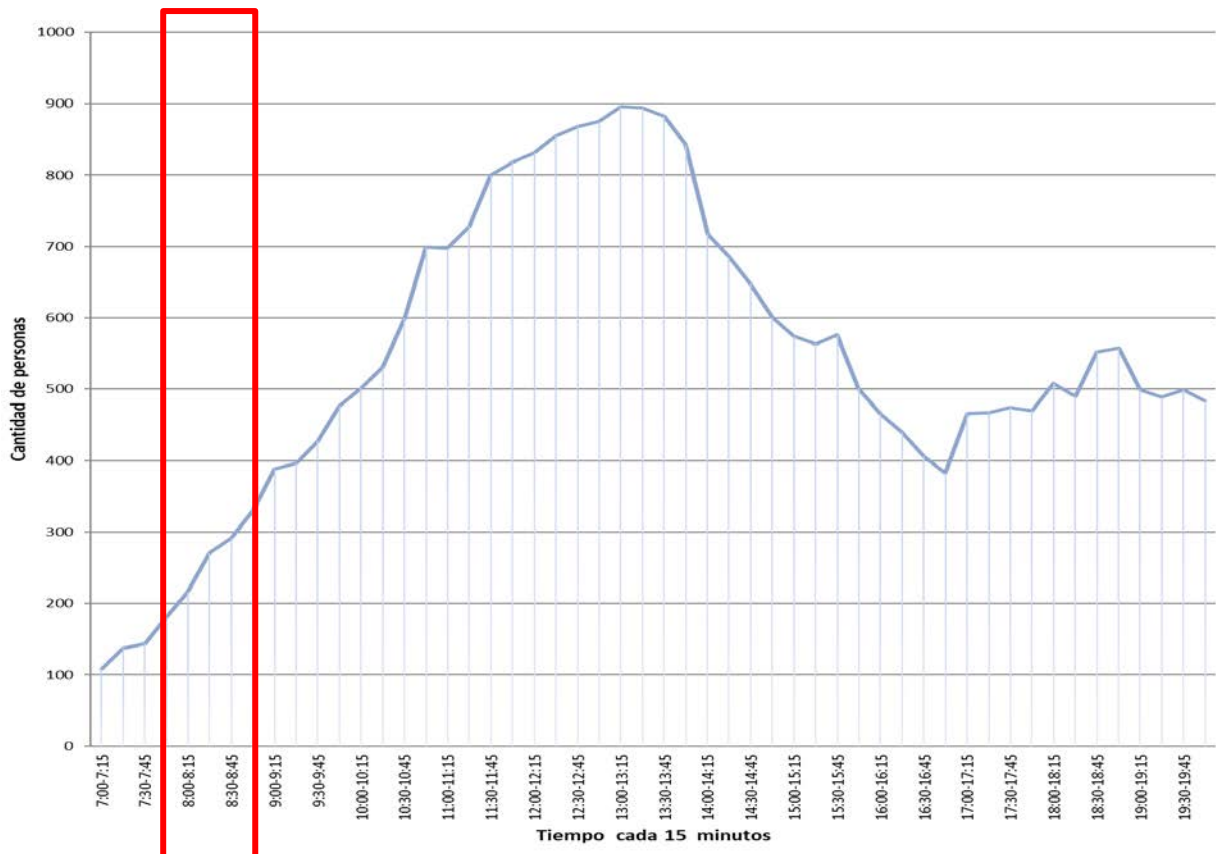


Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de la máxima demanda peatonal se toma la para la presente investigación se toma la demanda máxima horaria vehicular debido a que en esta hora se analiza el impacto vial.



Figura N° 50. Fluctuación de la variación máxima horaria peatonal



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra que el día y la hora se toma como mayor afluencia peatonal el día 07 de setiembre del 2022 de 8:00 am a 9:00 am.

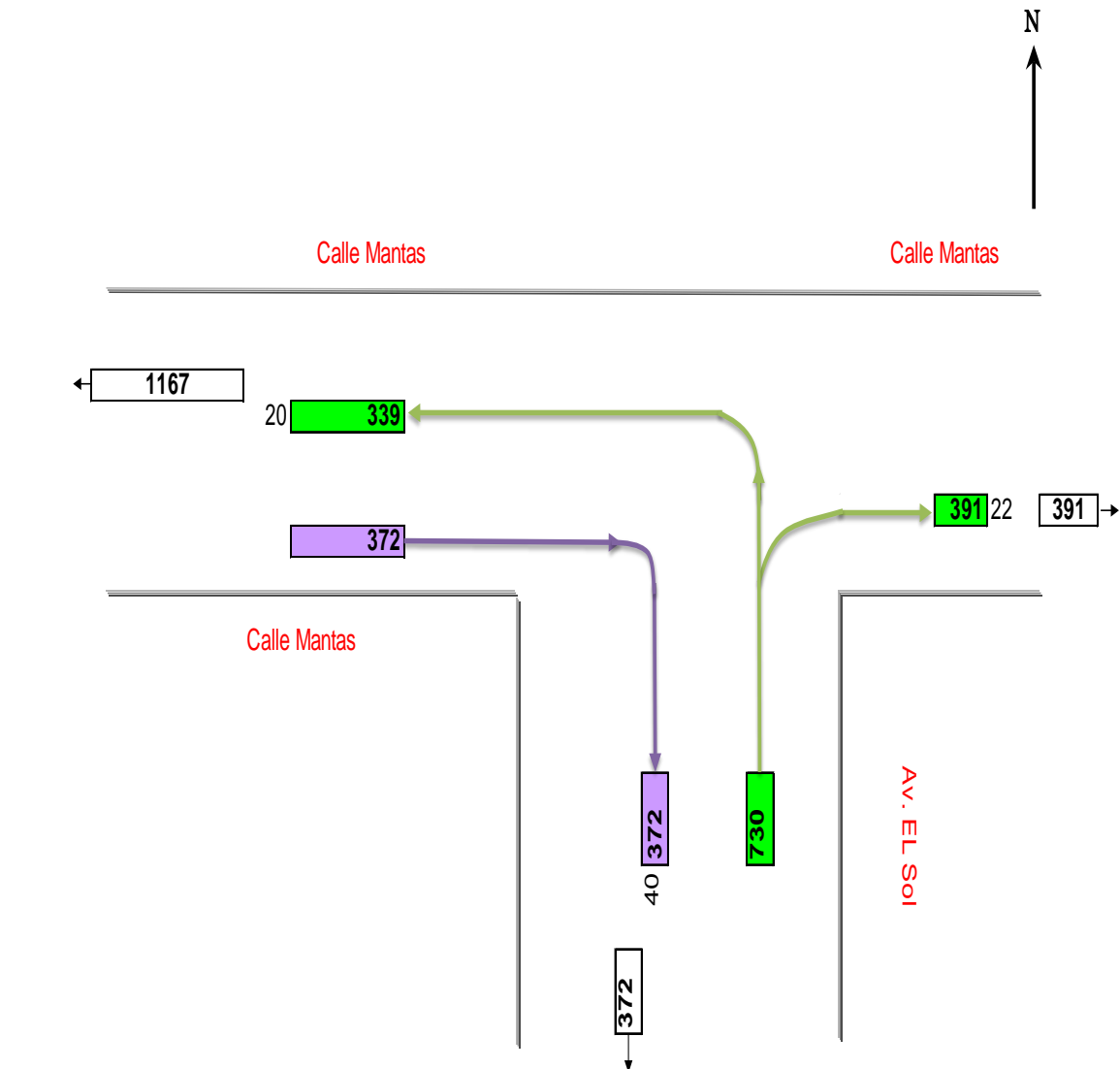
3.5.6. Flujograma de movimientos vehiculares en intersecciones.

Para poder identificar los sentidos hacia donde se dirigen los vehículos se realizó la codificación en las intersecciones por lo que se tiene el flujograma de movimientos vehiculares en las 07 intersecciones, esto viene de los aforos que se realizaron en las cuales se tienen la cantidad de vehículos que giran hacia un sentido además en ellos se tiene el total de vehículos que se tiene en una sección de vía.

A continuación, se presenta la codificación de los movimientos vehiculares para cada intersección las cuales muestran la situación del transporte para la investigación:



Figura N° 51. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Mantas

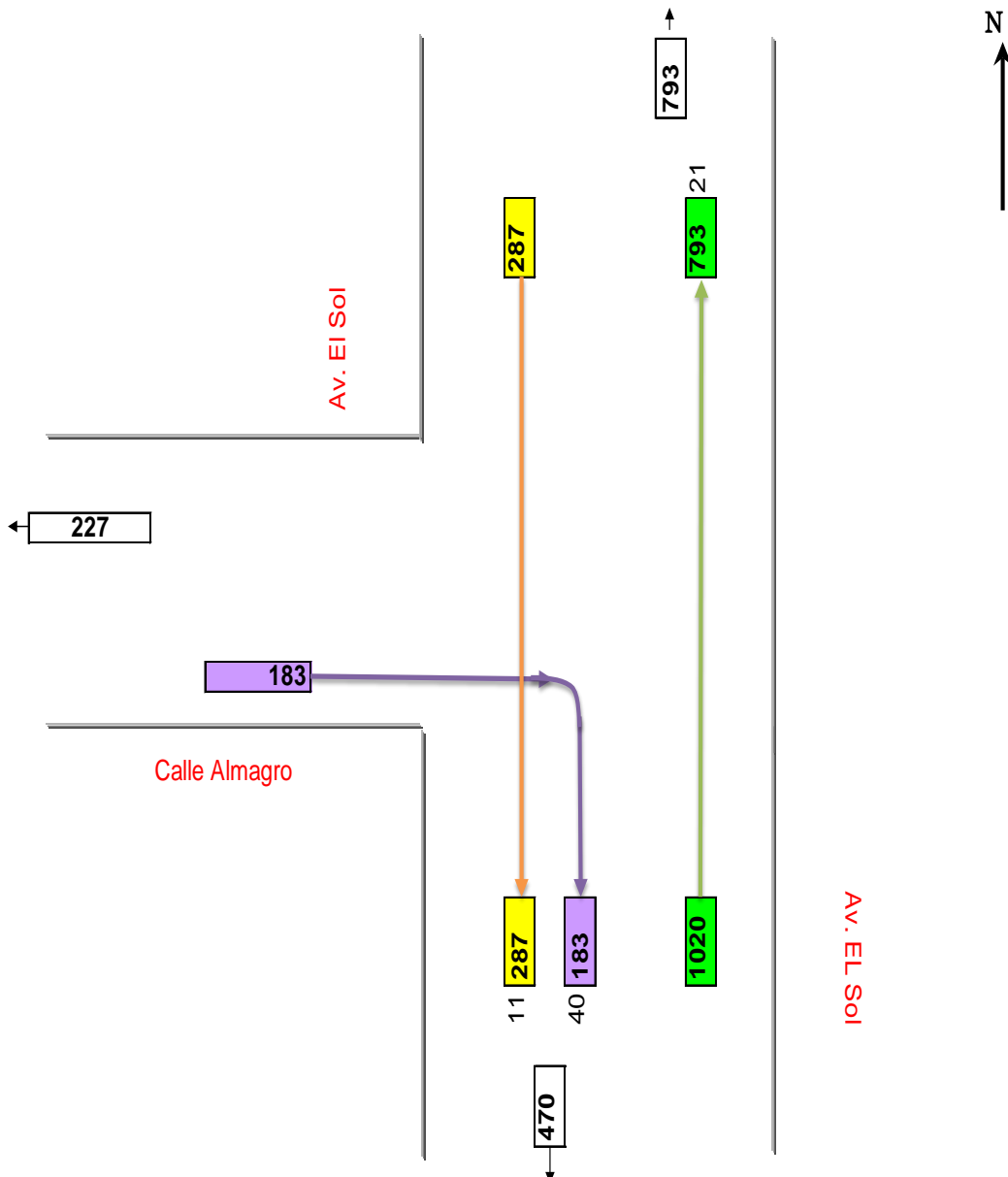


	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVO	0	0	0	281	0	0	315	0	319	640	0	0
AUTOS PARTICULAR	0	0	0	121	0	0	20	51	0	274	0	0
PICK UP	0	0	0	29	0	0	9	0	22	68	0	0
BUS	0	0	0	29	0	0	8	0	17	57	0	0
BUS TRANSPORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION LIGERO	0	0	0	2	0	0	0	0	5	2	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	461	0	0	351	51	363	1041	0	0
UCP	0	0	0	372	0	0	339	0	391	828	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2267										
UCP INTERSECCION		1930										

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 52. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Almagro

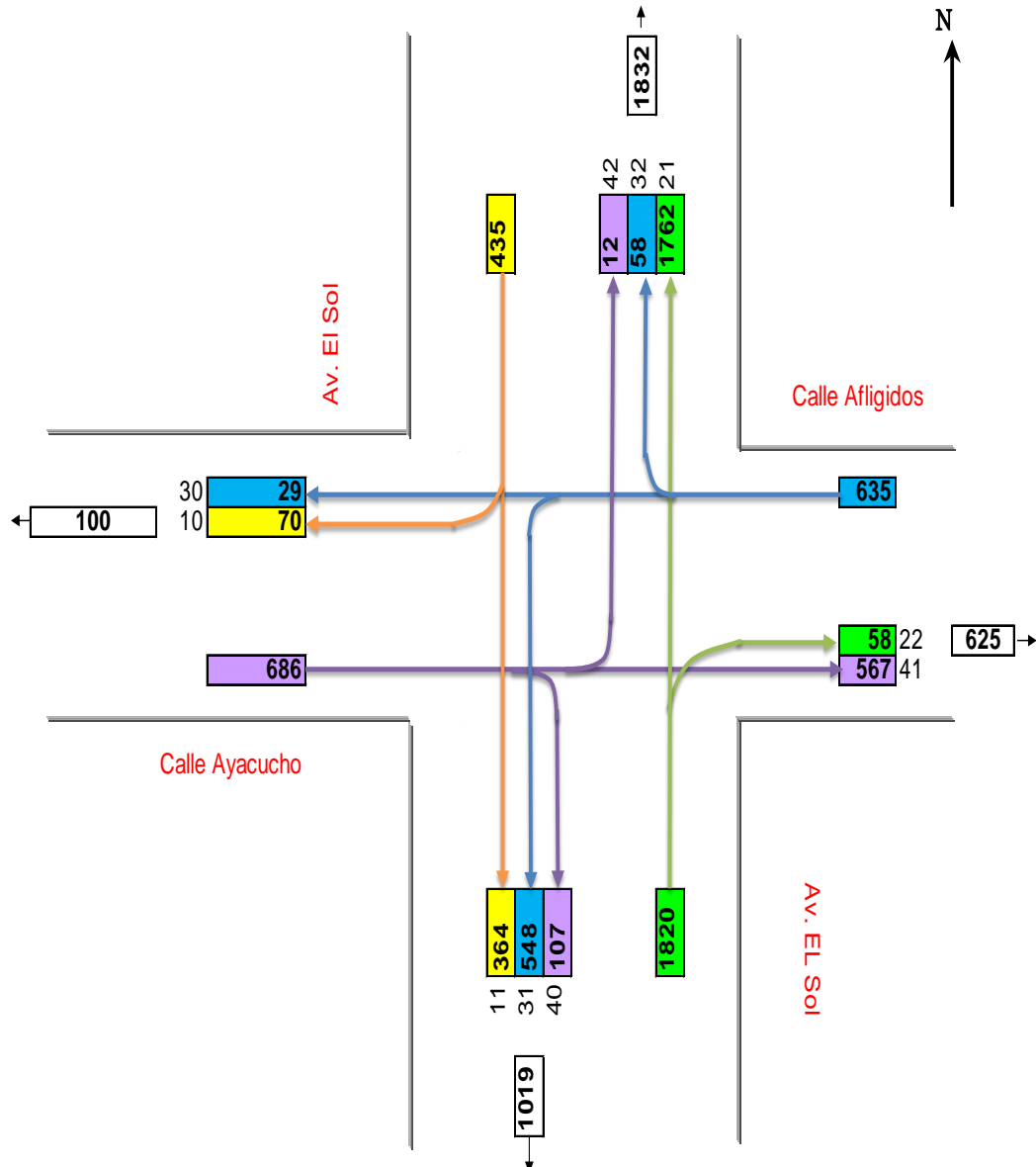


	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVO	0	214	0	66	0	0	32	638	0	0	0	0
AUTOS PARTICULAR	92	0	0	28	0	0	14	273	0	0	0	0
PICK UP	0	23	0	30	0	0	22	105	0	0	0	0
BUS	0	23	0	20	0	0	1	13	0	0	0	0
BUS TRANSPORTE	0	0	0	22	0	0	78	0	0	0	0	0
CAMION LIGERO	0	1	0	1	0	0	4	8	0	0	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	92	261	0	166	0	0	153	1037	0	0	0	0
UCP	0	287	0	183	0	0	227	793	0	0	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		1709										
UCP INTERSECCION		1490										

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 53. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

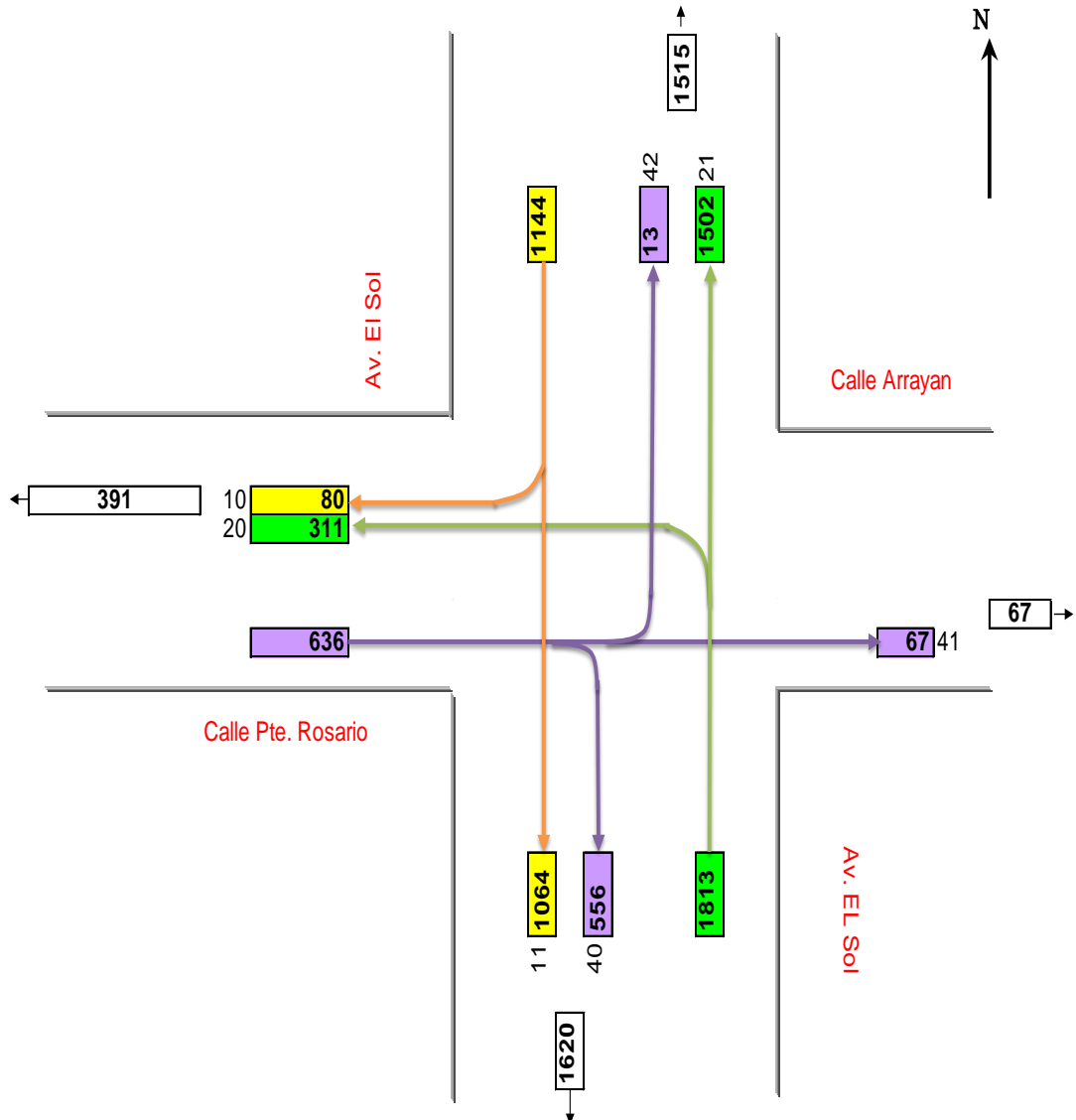


	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVO	16	231	0	25	151	0	0	1164	31	11	73	34
AUTOS PARTICULAR	7	99	0	18	118	0	0	499	13	5	31	14
PICK UP	1	38	0	5	28	12	0	193	28	2	26	24
BUS	1	13	0	0	2	0	0	53	0	8	14	0
BUS TRANSPORTE	25	25	0	31	179	0	0	129	0	0	186	0
CAMION LIGERO	0	6	0	5	8	0	0	14	0	0	14	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	51	412	0	83	485	12	0	2052	71	26	344	72
UCP	70	364	0	107	567	12	0	1762	58	29	548	58
TOTAL INTERSECCIÓN		3607										
UCP INTERSECCION		3575										

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 54. Codificación de movimientos en la intersección Calle Pte. Rosario – Av. El Sol – Calle Arrayan

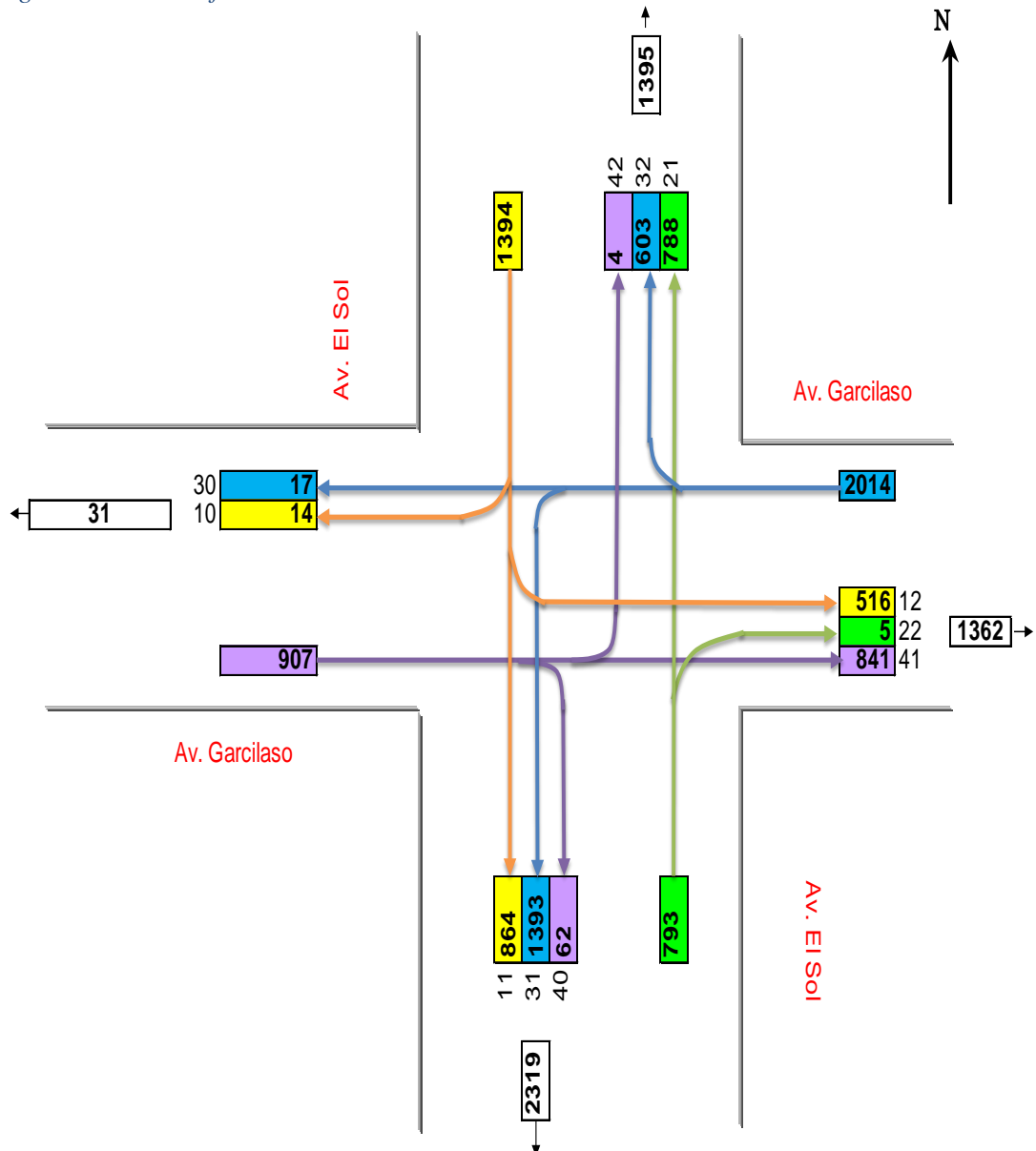


	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVO	29	404	0	123	0	11	68	918	0	0	0	0
AUTOS PARTICULARES	12	173	0	53	0	5	29	393	0	0	0	0
PICK UP	3	132	0	24	0	2	18	166	0	0	0	0
BUS	18	12	0	0	34	0	0	23	0	0	0	0
BUS TRANSPORTE	0	241	0	166	0	0	99	186	0	0	0	0
CAMION LIGERO	3	7	0	22	0	0	9	0	0	0	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	66	969	0	388	34	18	223	1686	0	0	0	0
UCP	80	1064	0	556	67	13	311	1502	0	0	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		3383										
UCP INTERSECCION		3594										

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 55. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso

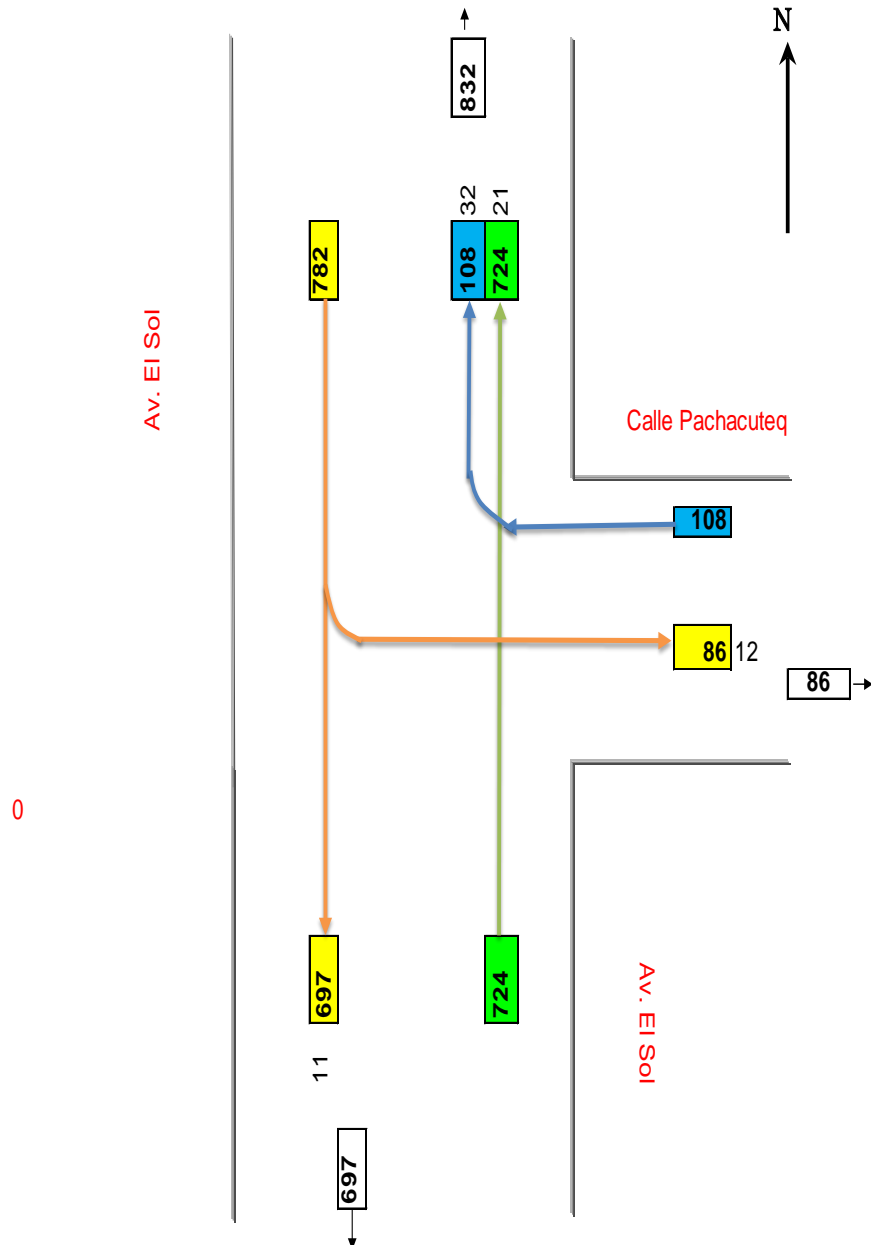


	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVOS	10	452	64	48	433	2	0	499	0	13	828	440
AUTOS PARTICULARES	4	194	28	21	185	1	0	214	0	6	355	188
PICK UP	0	60	12	11	33	2	0	105	5	5	87	25
BUS	2	28	8	2	51	0	0	23	0	0	0	0
BUS TRANSPORTE	0	130	208	0	108	0	0	54	0	0	235	64
CAMION LIGERO	0	8	0	0	17	0	0	11	0	0	0	0
CAMION PESADO	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	16	874	322	81	827	5	0	905	5	23	1507	720
UCP	14	864	516	62	841	4	0	788	5	17	1393	603
TOTAL INTERSECCIÓN		5282										
UCP INTERSECCION		5108										

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 56. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Calle Pachacutec

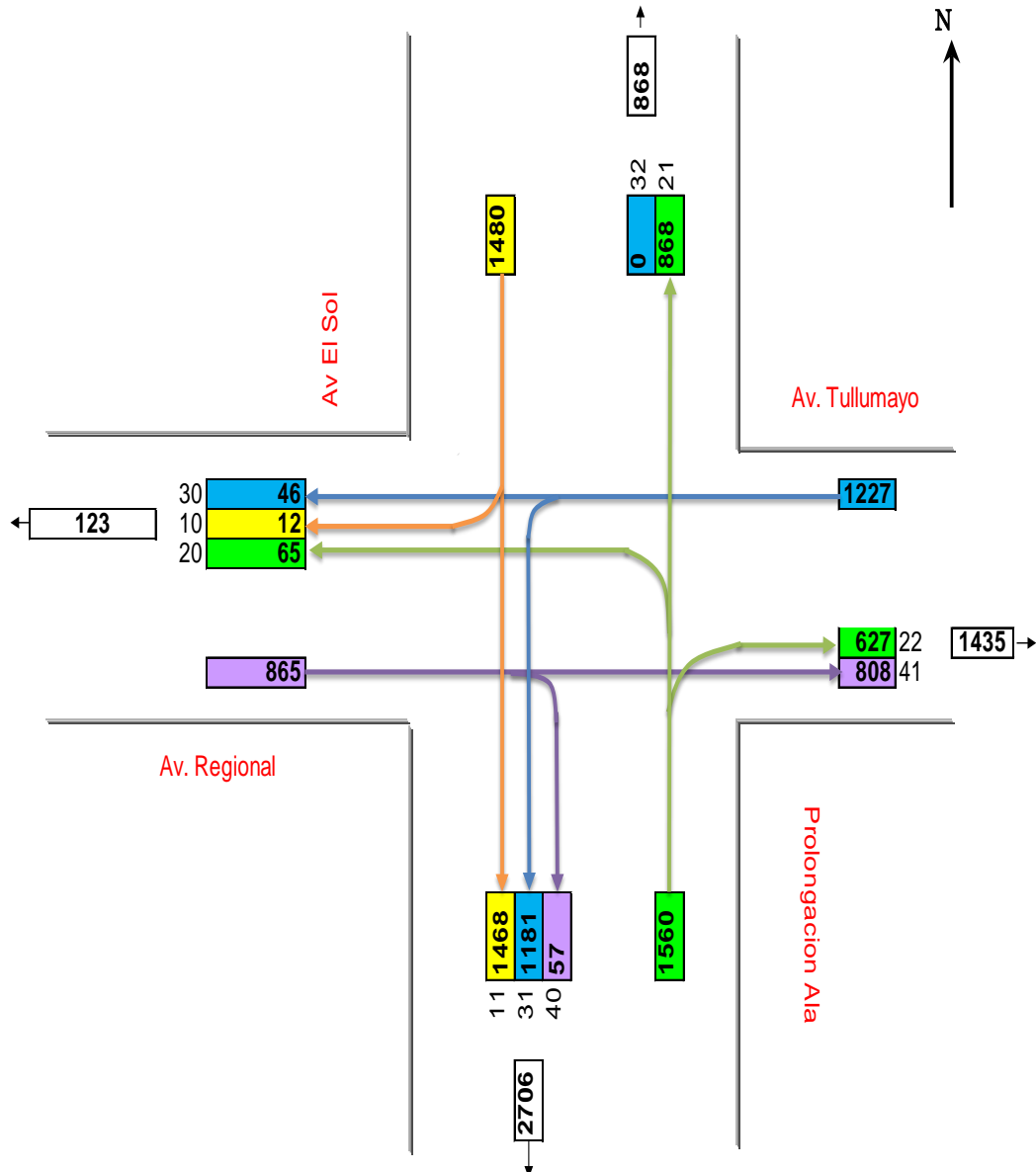


	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVOS	0	394	10	0	0	0	0	453	0	0	0	63
AUTOS PARTICULARES	0	169	4	0	0	0	0	194	0	0	0	158
PICK UP	0	43	11	0	0	0	0	75	0	0	0	27
BUS	0	16	7	0	0	0	0	23	0	0	0	3
BUS TRANSPORTE	0	97	22	0	0	0	0	60	0	0	0	0
CAMION LIGERO	0	7	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
CAMION PESADO	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	729	56	0	0	0	0	815	0	0	0	254
UCP	0	697	86	0	0	0	0	724	0	0	0	108
TOTAL INTERSECCIÓN		1853										
UCP INTERSECCION		1615										

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 57. Codificación de movimientos en la intersección Av. El Sol – Av Tullumayo – Av. Regional



	10	11	12	40	41	42	20	21	22	30	31	32
AUTOS COLECTIVOS	6	886	0	46	387	0	37	523	374	18	635	0
AUTOS PARTICULARES	2	380	0	20	166	0	16	224	160	8	272	0
PICK UP	0	155	0	10	37	0	18	83	66	15	37	0
BUS	3	70	0	0	32	0	5	57	40	0	9	0
BUS TRANSPORTE	0	98	0	0	124	0	0	66	53	0	196	0
CAMION LIGERO	0	22	0	0	20	0	0	3	0	4	15	0
CAMION PESADO	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	11	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	1614	0	77	767	0	76	958	694	45	1176	0
UCP	12	1468	0	57	808	0	65	868	627	46	1181	0
TOTAL INTERSECCIÓN		5417										
UCP INTERSECCION		5132										

Fuente: Elaboración propia



3.5.7. Características geométricas de la vía

Para la recolección de las características geométricas de la vía en el estado actual se realizó el levantamiento topográfico, del orden vial urbano, se corroboró las medidas en campo se detalla las distancias geométricas de la vía, se tomó en cuenta las siguientes características:

- Ancho de la calzada.
- Sección de vía.
- Número de carriles.
- Ancho de carriles.
- Ancho de vereda.

Para finalizar las distancias obtenidas se introdujeron en la ficha de características geométricas para finalmente elaborar los planos de las intersecciones en planta y corte.

Figura N° 58. Inicio del levantamiento topográfico Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 59. Punto final del levantamiento topográfico

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 21. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Mantas

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS SITUACION ACTUAL 01		
Descripción General: La intersección de la avenida El Sol con calle Mantas la cual conecta, de noreste a noroeste, la plaza de armas con plazoleta Espinar y posteriormente a la plaza regocijo y hacia el sur inicia la avenida El Sol.		
Características geométricas:		
Calle Mantas: lado derecho		
Ancho de calzada: 13.98 mts.	Cantidad de carriles: 02	Ancho de Carril: 7.58 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 0.87 mts		Ancho de vereda lado derecho: 5.53 mts
Plano de referencia: PL-02		Corte: 1 – 1
Calle Mantas: lado Izquierdo		
Ancho de calzada: 13.87 mts.	Cantidad de carriles: 02	Ancho de Carril: 8.76 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 0.87 mts		Ancho de vereda lado derecho: 4.25 mts
Plano de referencia: PL-02		Corte: 2 – 2
Avenida El Sol:		
Ancho de calzada: 18.31 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 5.67 mts.	Ancho de carril subida: 5.70 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.23 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.09 mts	Plano de referencia: PL-02 Corte: 3 – 3

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 22. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Almagro

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS SITUACION ACTUAL 02		
Descripción General: La intersección de la avenida El Sol con calle Almagro la cual conecta a la calle Almagro con la Avenida el Sol de forma perpendicular.		
Características geométricas:		
Calle Almagro:		
Ancho de calzada: 16.32 mts.	Cantidad de carriles: 02	Ancho de Carril: 9.53 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.73 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.04 mts	
Plano de referencia: PL-03	Corte: 4 – 4	
Avenida El Sol: Parte Superior		
Ancho de calzada: 20.30 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 5.73 mts.	Ancho de carril subida: 5.63 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.34 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.97 mts	Plano de referencia: PL-03 Corte: 5 – 5
Avenida El Sol: Parte Inferior		
Ancho de calzada: 21.30 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 5.61 mts.	Ancho de carril subida: 5.83 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.40 mts	Ancho de vereda lado derecho: 4.84 mts	Plano de referencia: PL-03 Corte: 6 - 6

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 23. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS SITUACION ACTUAL 03		
Descripción General: La intersección comprende de forma longitudinal El Sol y transversal por el lado izquierdo la calle Ayacucho y lado derecho calle Afligidos		
Características geométricas:		
Calle Ayacucho:		
Ancho de calzada: 20.02 mts.	Cantidad de carriles: 03	Ancho de Carril: 9.31 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 5.45 mts	Ancho de vereda lado derecho: 5.26 mts	
Plano de referencia: PL-04		Corte: 7 – 7
Calle Afligidos:		
Ancho de calzada: 17.52 mts.	Cantidad de carriles: 02	Ancho de Carril: 7.08 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 2.41 mts	Ancho de vereda lado derecho: 8.03 mts	
Plano de referencia: PL-04		Corte: 8 – 8
Avenida El Sol: Parte Superior		
Ancho de calzada: 22.28 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 5.7 mts.	Ancho de carril subida: 5.70 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.09 mts	Ancho de vereda lado derecho: 6.15 mts	Plano de referencia: PL-04. Corte: 9- 9
Avenida El Sol: Parte Inferior		
Ancho de calzada: 21.04 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 5.86 mts.	Ancho de carril subida: 5.50 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.60 mts	Ancho de vereda lado derecho: 4.45 mts	Plano de referencia: PL-04. Corte: 10 – 10



Tabla N° 24. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arraya

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS SITUACION ACTUAL 04		
Descripción General: La intersección comprende de forma longitudinal El Sol y transversal por el lado izquierdo la calle Puente rosario y lado derecho calle Arrayan.		
Características geométricas:		
Calle puente rosario:		
Ancho de calzada: 20.18 mts.	Cantidad de carriles: 02	Ancho de Carril: 13.38 m
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.32 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.48 m	
Plano de referencia: PL-06		Corte: 11 – 11
Calle Arrayan:		
Ancho de calzada: 10.46 mts.	Cantidad de carriles: 01	Ancho de Carril: 3.84 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.67 mts	Ancho de vereda lado derecho: 2.95 mts	
Plano de referencia: PL-06		Corte: 12 – 12
Avenida El Sol: Parte Superior		
Ancho de calzada: 21.41 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 5.65 mts.	Ancho de carril subida: 5.71 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.58 mts	Ancho de vereda lado derecho: 5.71 mts	Plano de referencia: PL-06. Corte: 13 - 13
Avenida El Sol: Parte Inferior		
Ancho de calzada: 24.32 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 4.91 mts.	Ancho de carril subida: 6.58 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.92 mts	Ancho de vereda lado derecho: 7.29 mts	Plano de referencia: PL-06. Corte: 14 - 14

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 25. Características geométricas intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS SITUACION ACTUAL 05		
Descripción General: La intersección comprende de forma longitudinal El Sol y transversal por el lado izquierdo y lado derecho avenida Garcilaso.		
Características geométricas:		
Avenida Garcilaso (lado izquierdo):		
Ancho de calzada: 15.72 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril superior: 5.50 mts.	Ancho de carril inferior: 5.49 mts	Ancho de berma: 0.80 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 2.10 mts	Ancho de vereda lado derecho: 1.83 mts	Plano de referencia: PL-07. Corte: 15 - 15
Avenida Garcilaso (lado derecho):		
Ancho de calzada: 20.85 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril superior: 7.05 mts.	Ancho de carril inferior: 7.00 mts	Ancho de berma: 0.80 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.39 mts	Ancho de vereda lado derecho: 2.61 mts	Plano de referencia: PL-07. Corte: 16 - 16
Avenida El Sol: Parte Superior		
Ancho de calzada: 20.53 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 6.11 mts.	Ancho de carril subida: 6.63 mts	Ancho de berma: 0.62 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.96 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.21 mts	Plano de referencia: PL-07. Corte: 17 - 17
Avenida El Sol: Parte Inferior		
Ancho de calzada: 20.71 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 6.69 mts.	Ancho de carril subida: 7.95 mts	Ancho de berma: 0.61 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.48 mts	Ancho de vereda lado derecho: 1.99 mts	Plano de referencia: PL-07. Corte: 18 - 18

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 26. Características geométricas intersección Av. El Sol – Calle Pachacutec

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS SITUACION ACTUAL 06		
Descripción General: La intersección comprende de forma longitudinal El Sol y transversal por el lado derecho calle Pachacutec.		
Características geométricas:		
Calle Pachacutec:		
Ancho de calzada: 14.53 mts.	Cantidad de carriles: 02	Ancho de Carril: 9.11 mts.
Ancho de vereda lado izquierdo: 2.19 mts		Ancho de vereda lado derecho: 3.23 mts
Plano de referencia: PL-08		Corte: 19 - 19
Avenida El Sol: Parte Superior		
Ancho de calzada: 20.83 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 6.04 mts.	Ancho de carril subida: 6.39 mts	Ancho de berma: 0.61 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.88 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.91 mts	Plano de referencia: PL-08. Corte: 20 - 20
Avenida El Sol: Parte Inferior		
Ancho de calzada: 21.02 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 6.01 mts.	Ancho de carril subida: 6.31 mts	Ancho de berma: 0.61 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.81 mts	Ancho de vereda lado derecho: 4.27 mts	Plano de referencia: PL-08. Corte: 21 - 21

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 27. Características geométricas intersección 7 Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS SITUACION ACTUAL 07		
Descripción General: La intersección comprende de forma longitudinal El Sol y transversal por el lado izquierdo Avenida regional y lado derecho avenida Tullumayo.		
Características geométricas:		
Avenida Regional:		
Ancho de calzada: 25.07 mts.	Cantidad de carriles: 02	Cantidad de Bermas: --



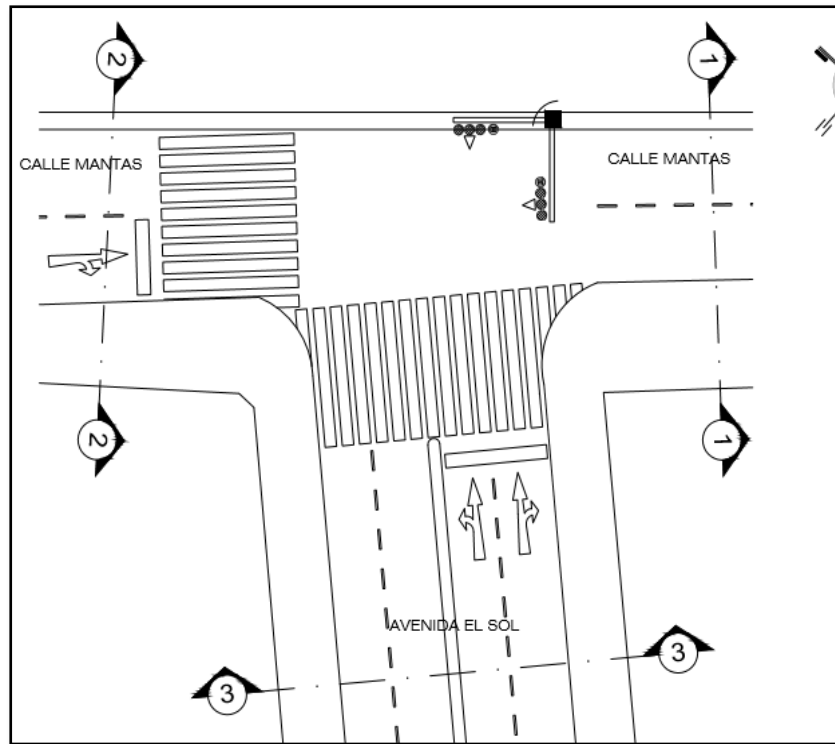
Ancho de carril superior: 8.69 mts.	Ancho de carril inferior: 8.96 mts	Ancho de berma: --
Ancho de vereda lado izquierdo: 2.27 mts	Ancho de vereda lado derecho: 5.05 mts	Plano de referencia: PL-09. Corte: 22 - 22
Avenida Tullumayo:		
Ancho de calzada: 23.68 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril superior: 9.27 mts.	Ancho de carril inferior: 9.28 mts	Ancho de berma: 0.21 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 2.20 mts	Ancho de vereda lado derecho: 2.72 mts	Plano de referencia: PL-09. Corte: 23 - 23
Avenida El Sol: Parte Superior		
Ancho de calzada: 20.61 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 6.06 mts.	Ancho de carril subida: 6.15 mts	Ancho de berma: 0.61 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 3.50 mts	Ancho de vereda lado derecho: 4.31 mts	Plano de referencia: PL-09. Corte: 24 - 24
Avenida El Sol: Parte Inferior		
Ancho de calzada: 23.53 mts.	Cantidad de carriles: 04	Cantidad de Bermas: 01
Ancho de carril bajada: 7.17 mts.	Ancho de carril subida: 7.74 mts	Ancho de berma: 0.63 mts
Ancho de vereda lado izquierdo: 4.31 mts	Ancho de vereda lado derecho: 3.68 mts	Plano de referencia: PL-09. Corte: 25 - 25

Fuente: Elaboración propia.



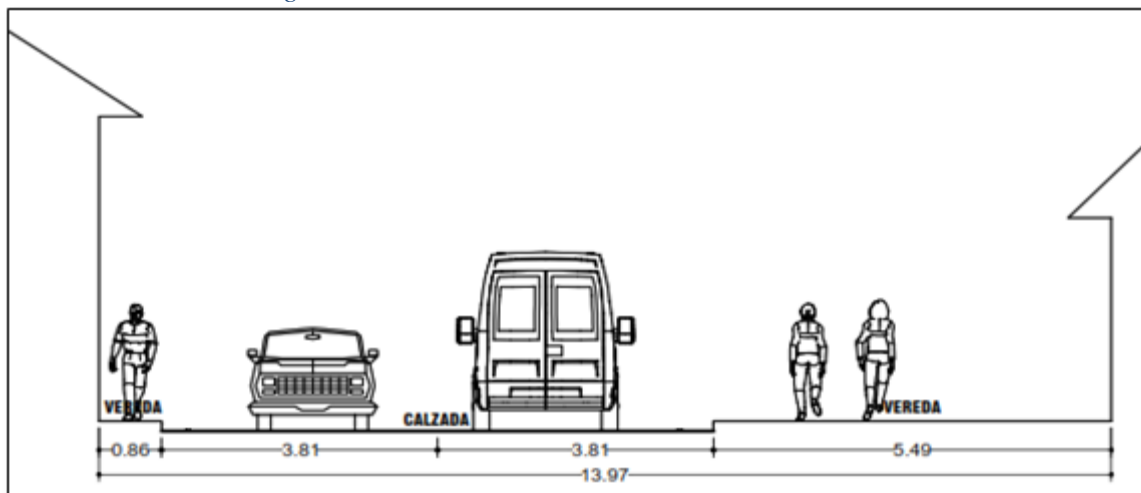
3.5.8. Codificación y sección en intersecciones

Figura N° 60. Codificación actual de la intersección calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

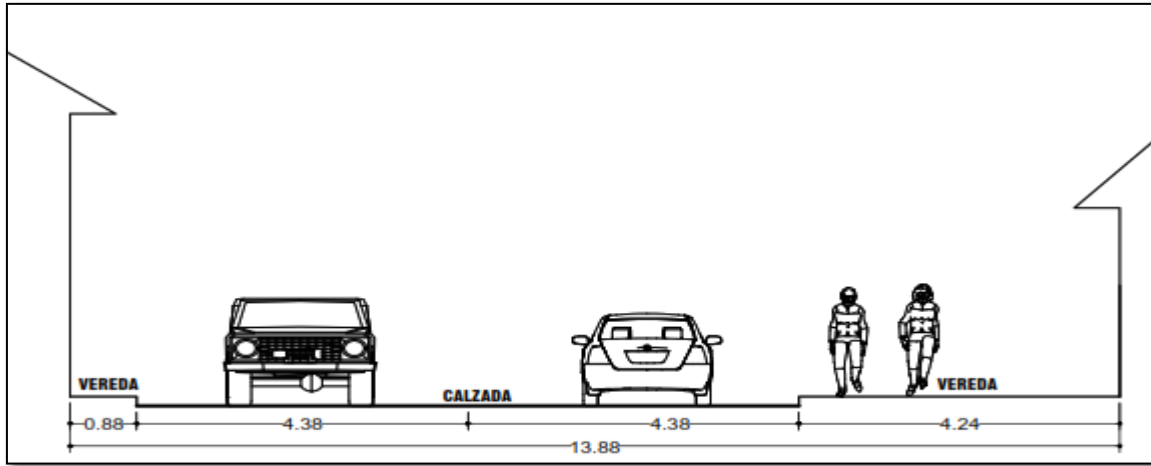
Figura N° 61. Calle Mantas situación actual, corte 1-1



Fuente: Elaboración propia.

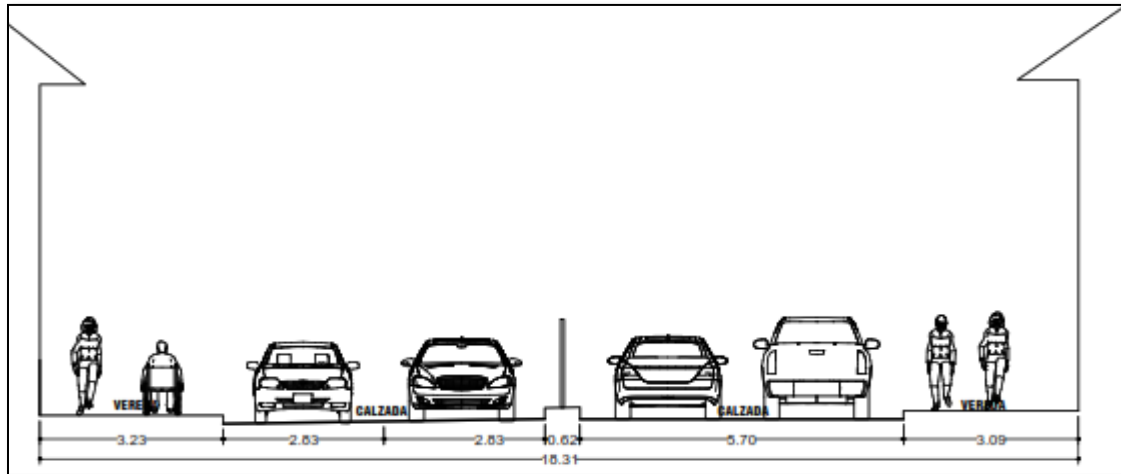


Figura N° 62. Calle Mantas situación actual corte 2-2



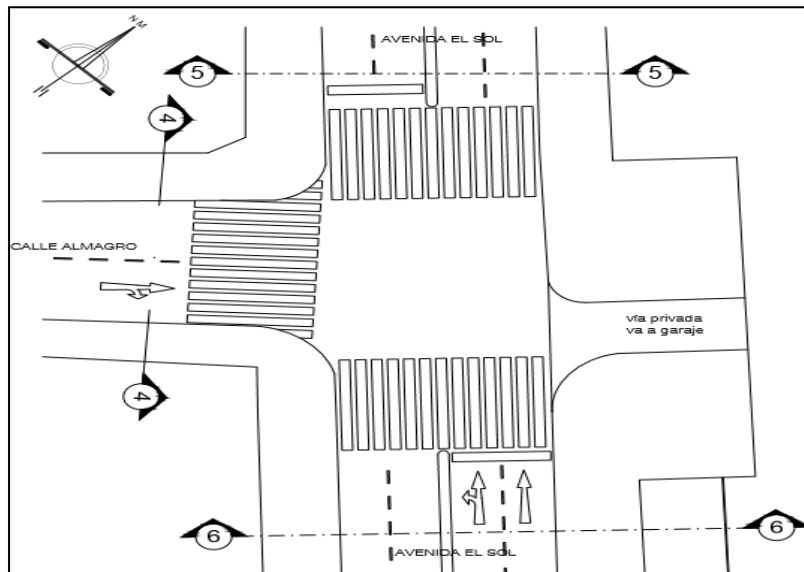
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 63. Avenida El Sol, situación actual, corte 3-3



Fuente: Elaboración propia.

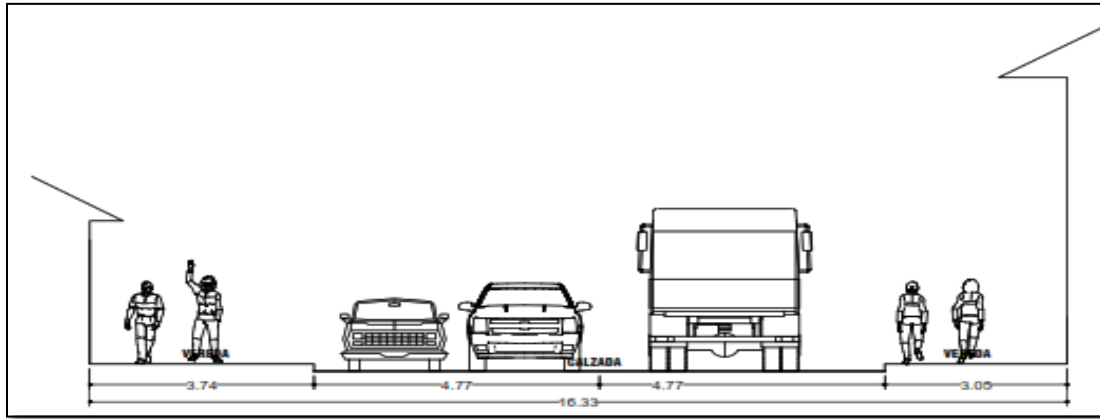
Figura N° 64. Codificación actual de la intersección Calle Almagro – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

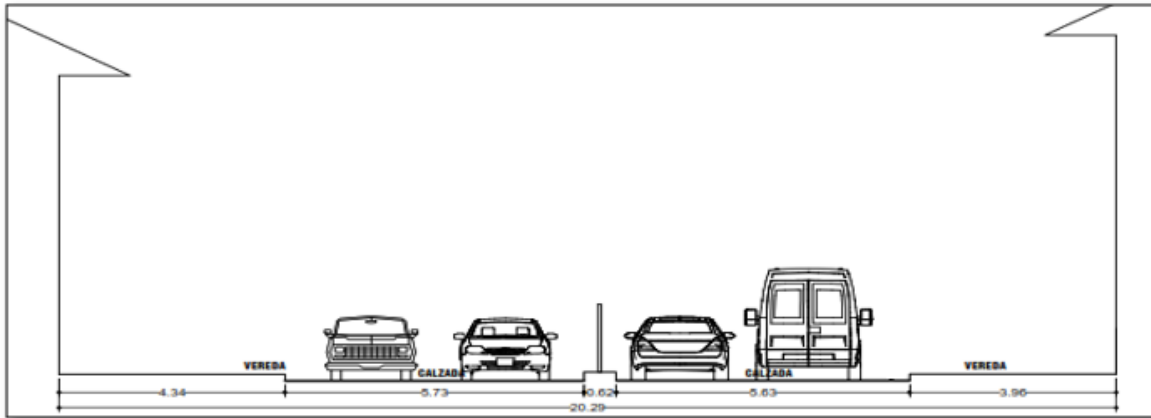


Figura N° 65. Calle Almagro situación actual, corte 4-4



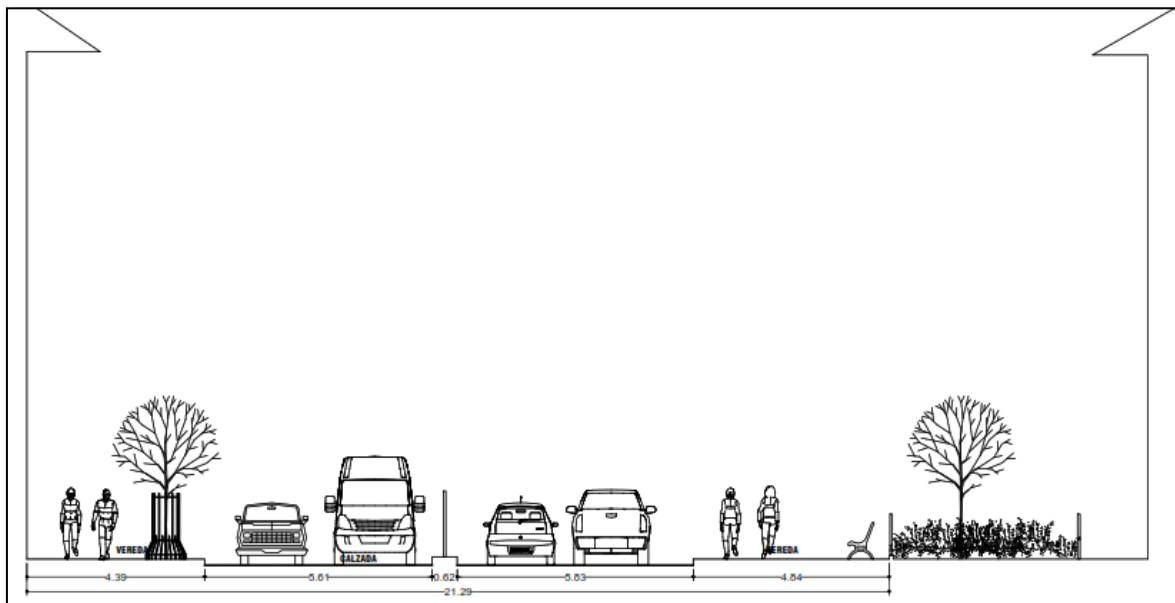
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 66. Avenida El Sol situación actual, corte 5-5



Fuente: Elaboración propia.

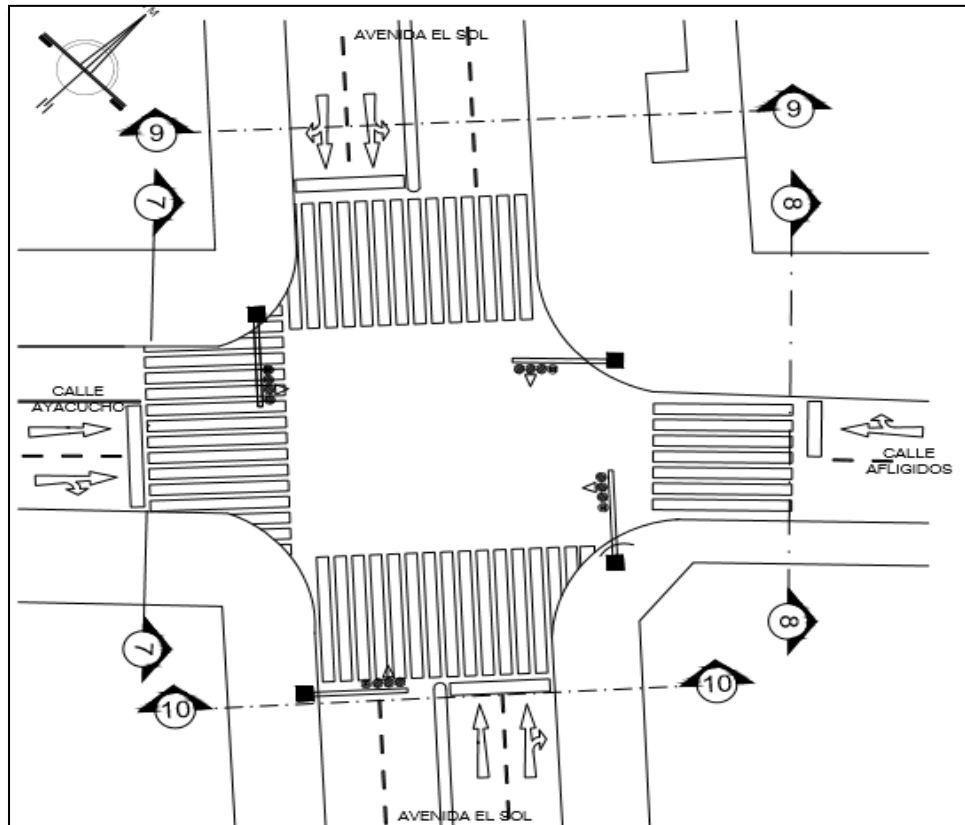
Figura N° 67. Avenida El Sol situación actual, corte 6-6



Fuente: Elaboración propia.

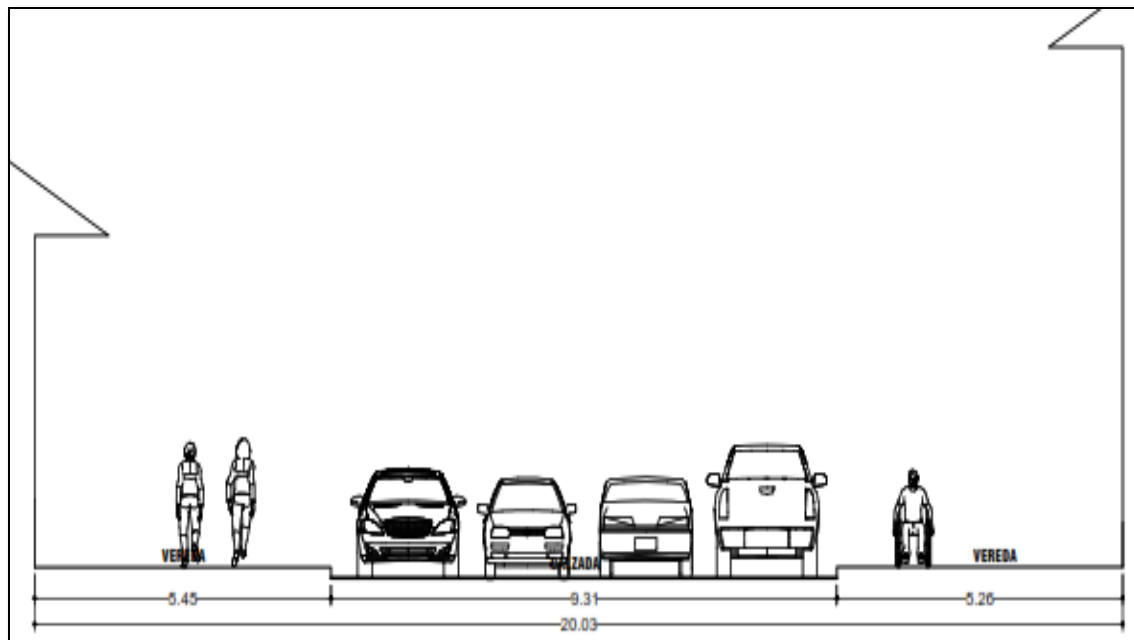


Figura N° 68. Codificación actual de la intersección Calle Ayacucho – Av. El Sol – Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

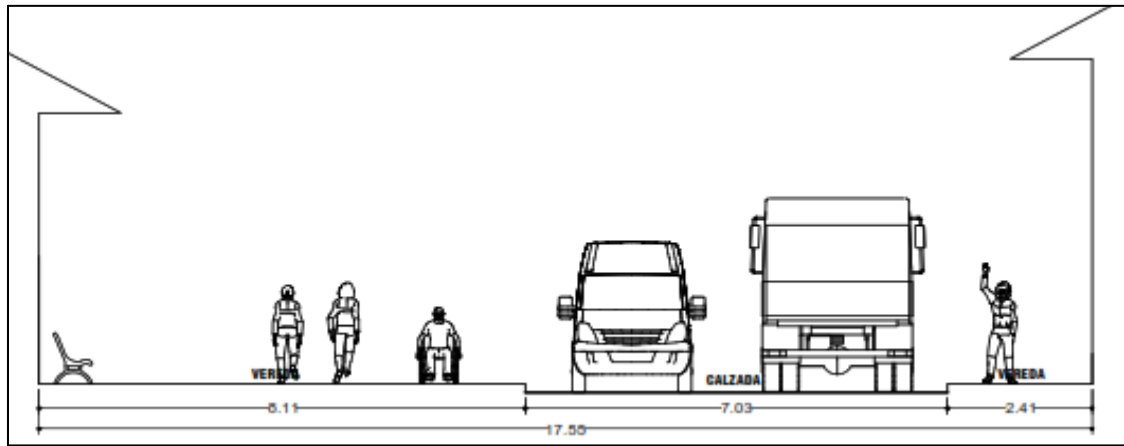
Figura N° 69. Calle Ayacucho situación actual, corte 7-7



Fuente: Elaboración propia.

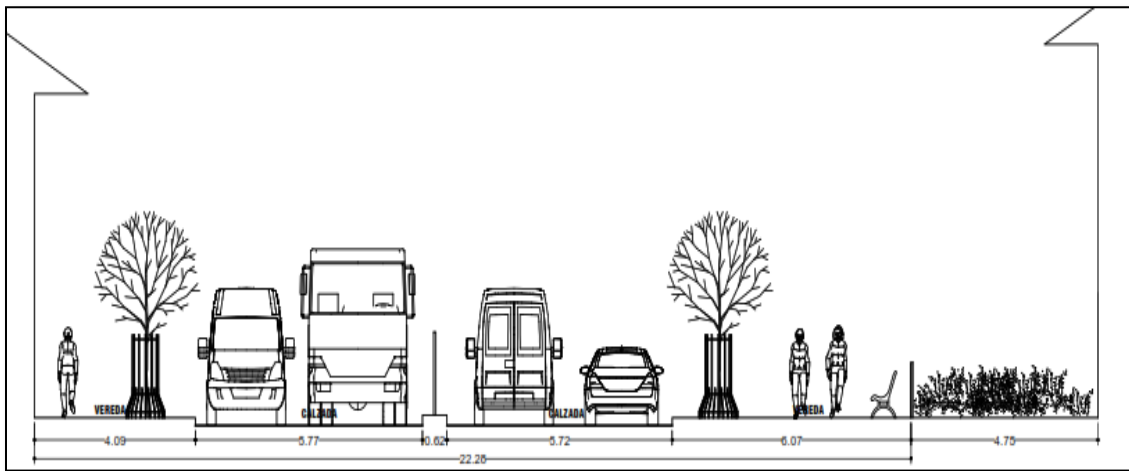


Figura N° 70. Calle Afligidos situación actual, corte 8-8



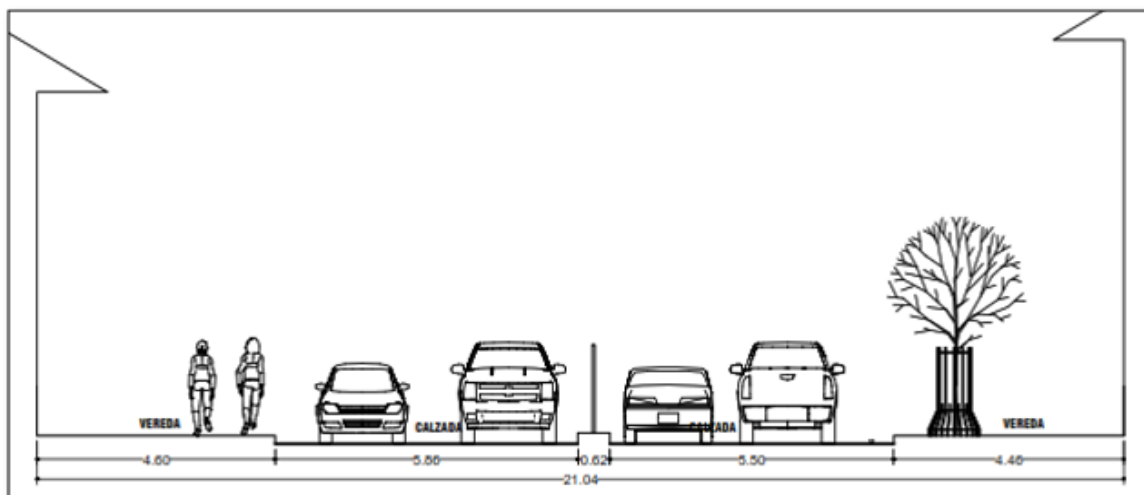
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 71. Avenida El Sol situación actual, corte 9-9



Fuente: Elaboración propia.

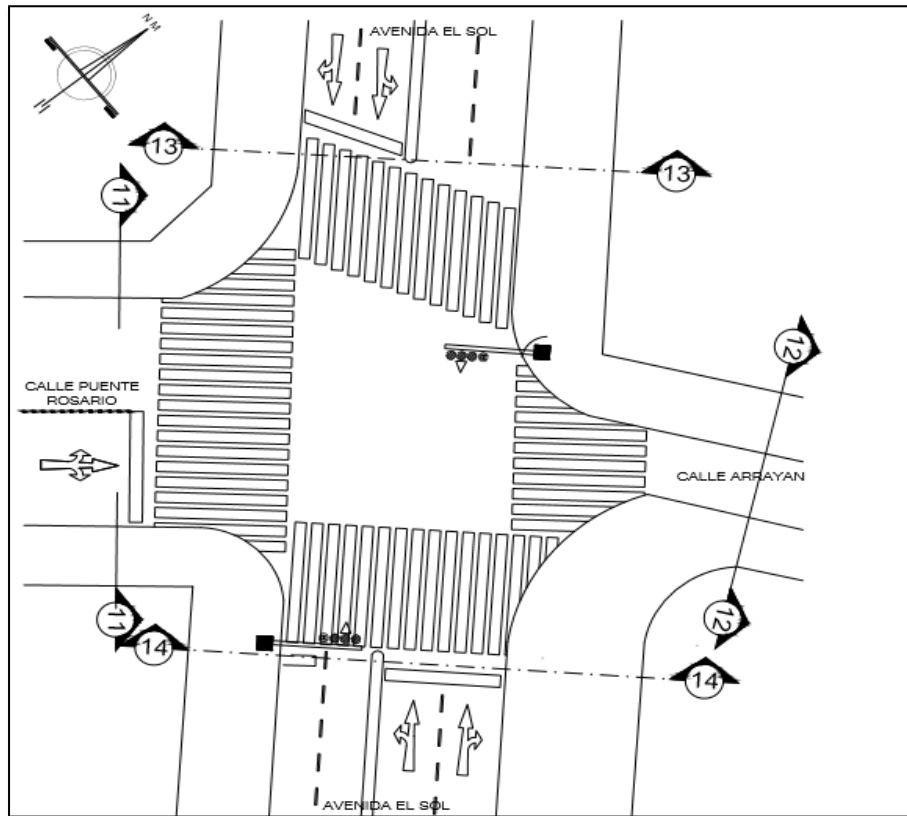
Figura N° 72. Avenida El Sol situación actual, corte 10-10



Fuente: Elaboración propia.

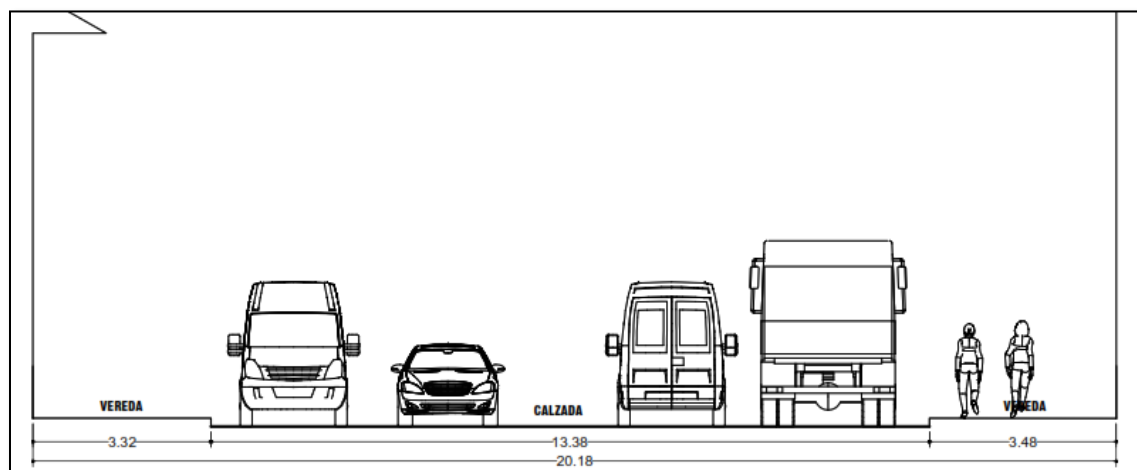


Figura N° 73. Codificación actual de la intersección Calle Pte. Rosario – Av. El Sol – Calle Arrayan



Fuente: Elaboración propia.

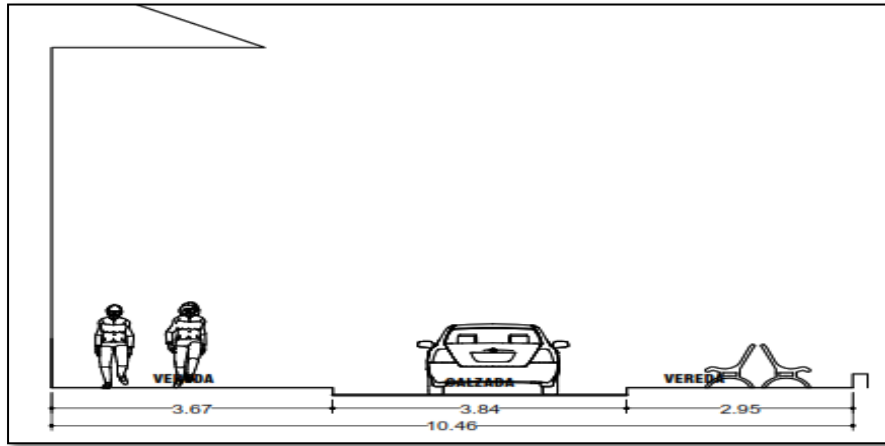
Figura N° 74. Calle Pte. Rosario situación actual, corte 11-11



Fuente: Elaboración propia.

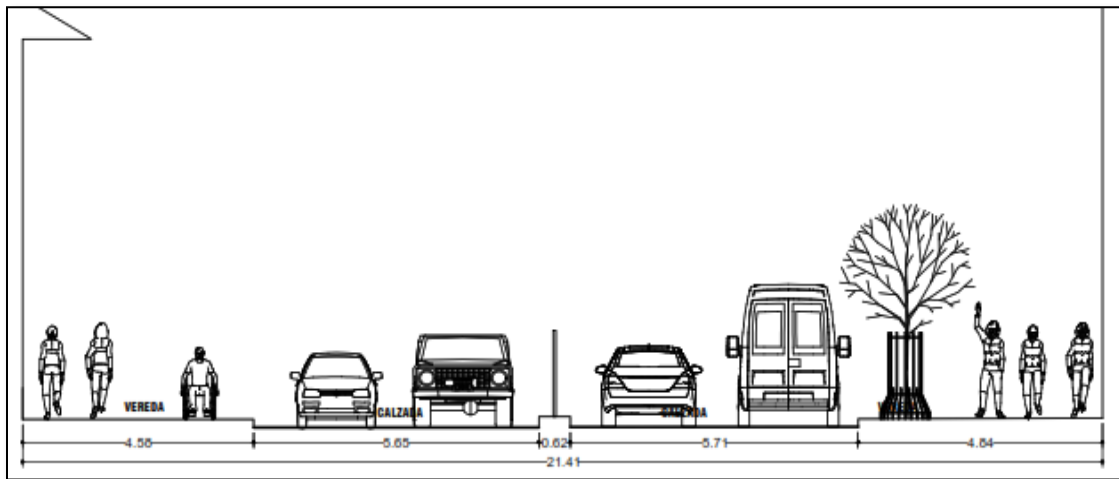


Figura N° 75. Calle Arrayan situación actual, Corte 12-12



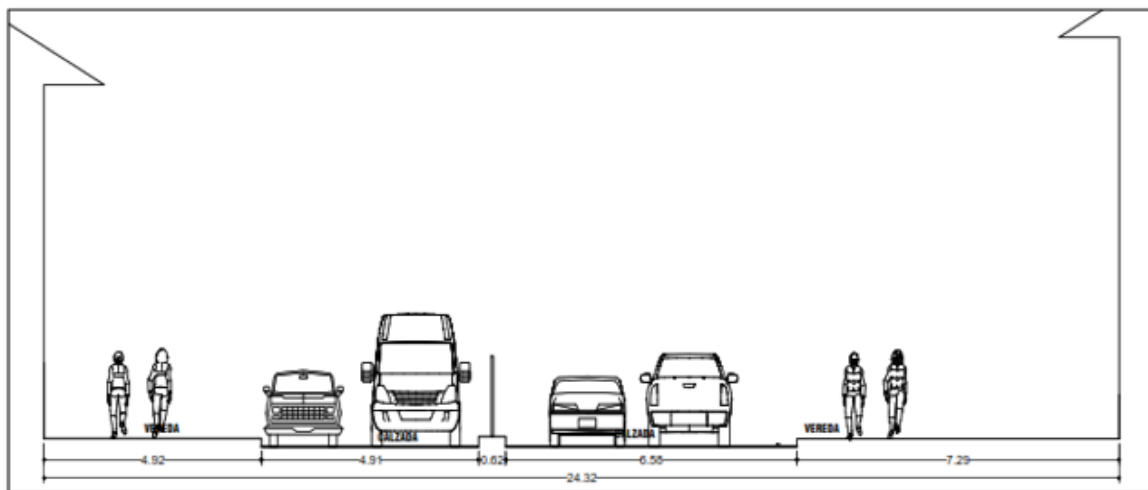
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 76. Av. El Sol situación actual, Corte 13-13



Fuente: Elaboración propia.

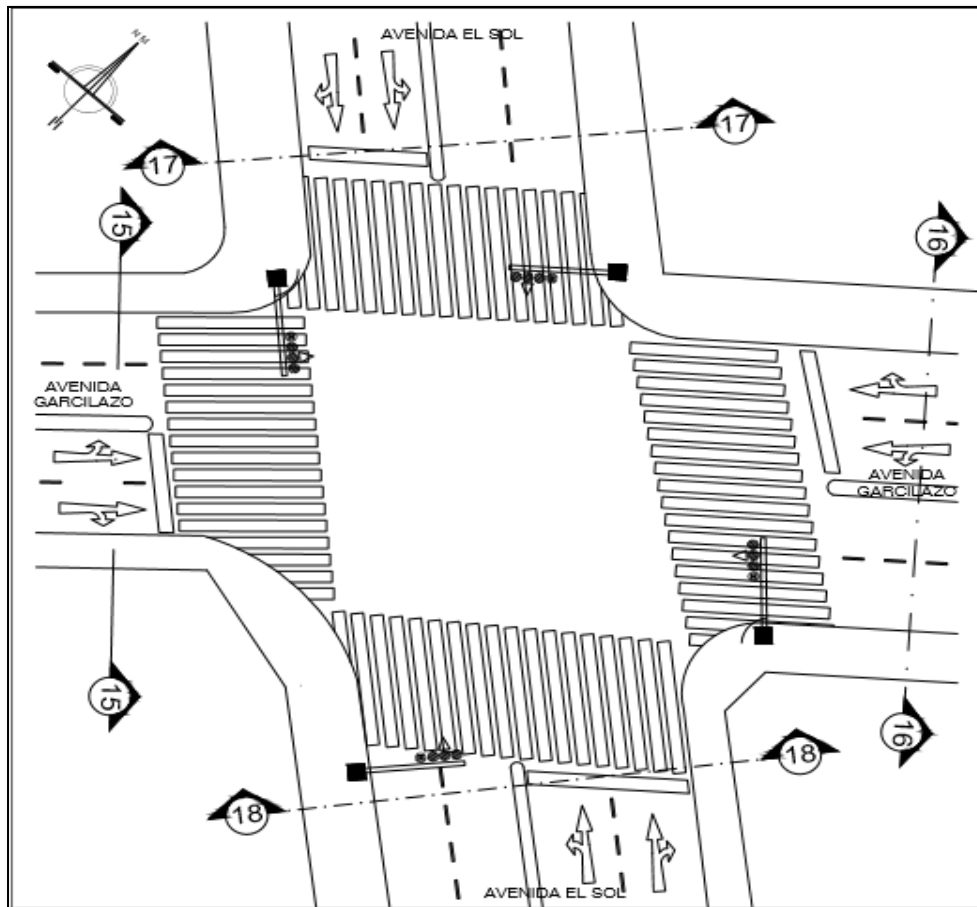
Figura N° 77. Av. El Sol situación actual, Corte 14-14



Fuente: Elaboración propia.

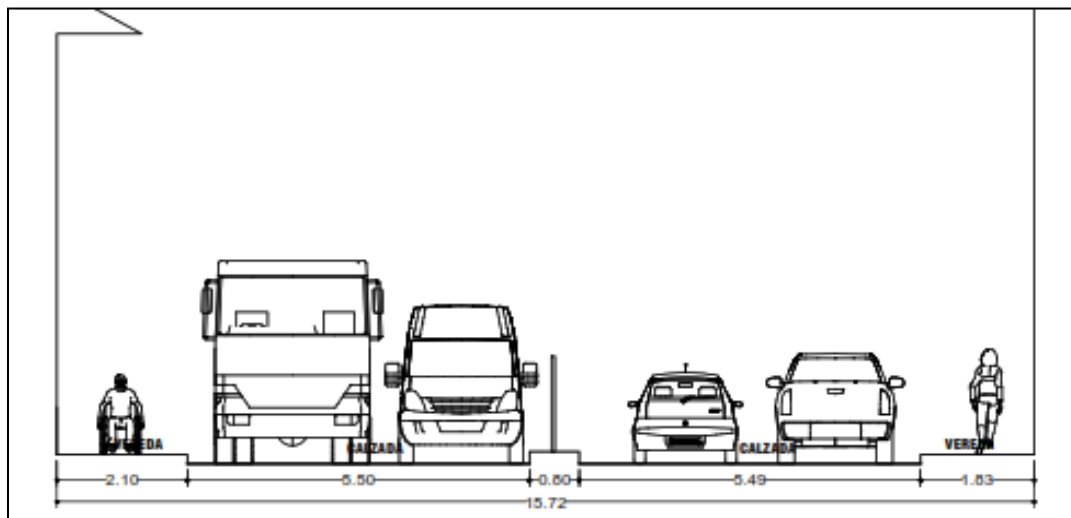


Figura N° 78. Codificación actual de la intersección Av. Garcilazo – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

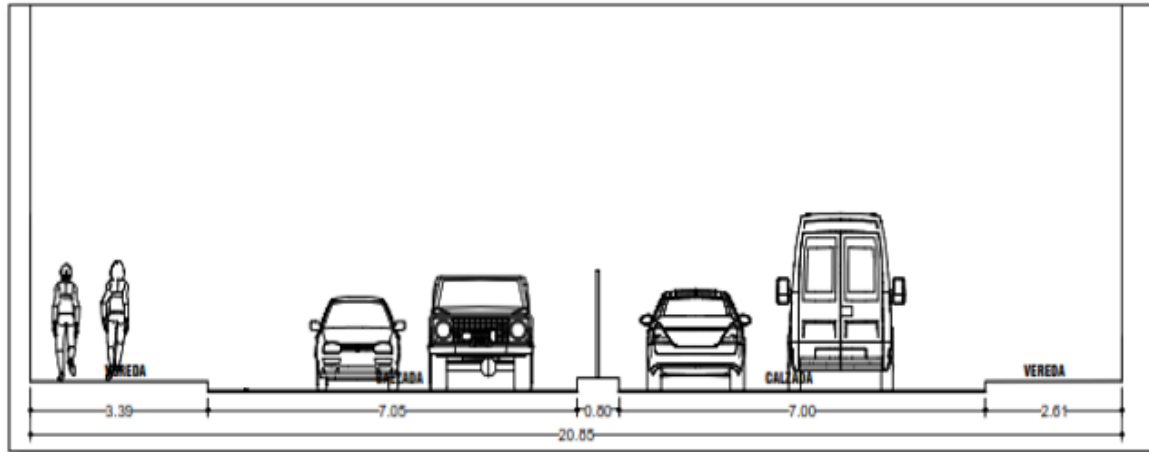
Figura N° 79. Av. Garcilazo situación actual, Corte 15-15



Fuente: Elaboración propia.

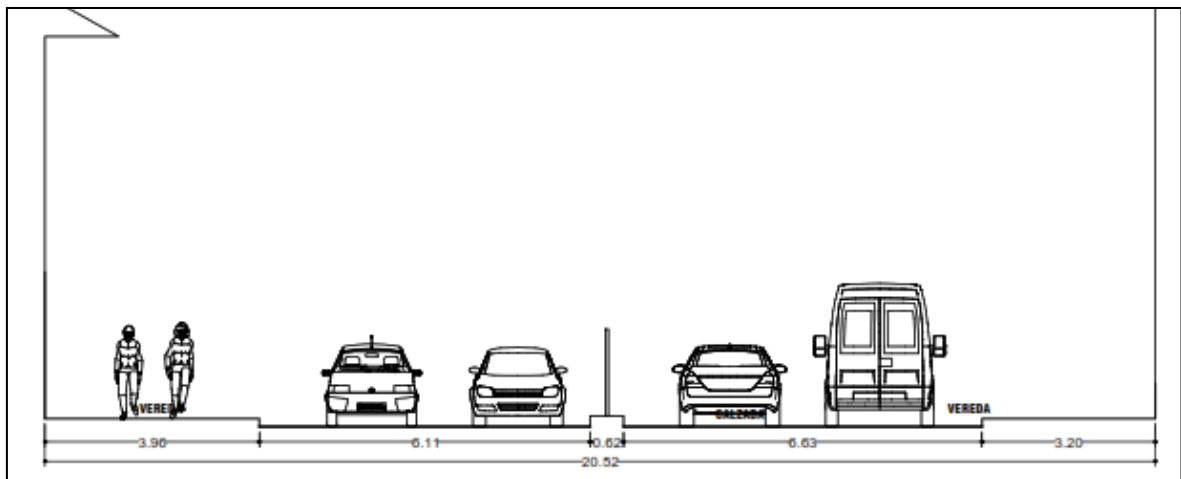


Figura N° 80. Av. Garcilaso situación actual, Corte 16-16



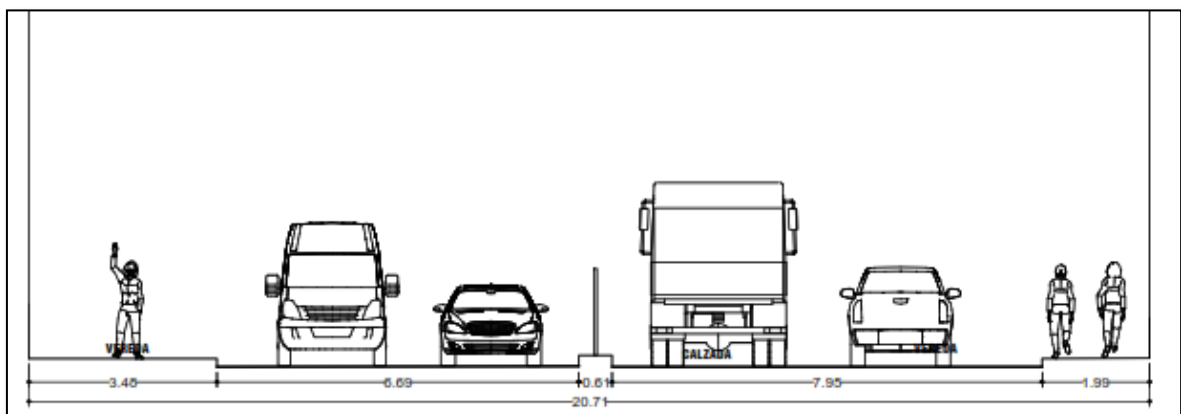
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 81. Av. El Sol situación actual, Corte 17-17



Fuente: Elaboración propia.

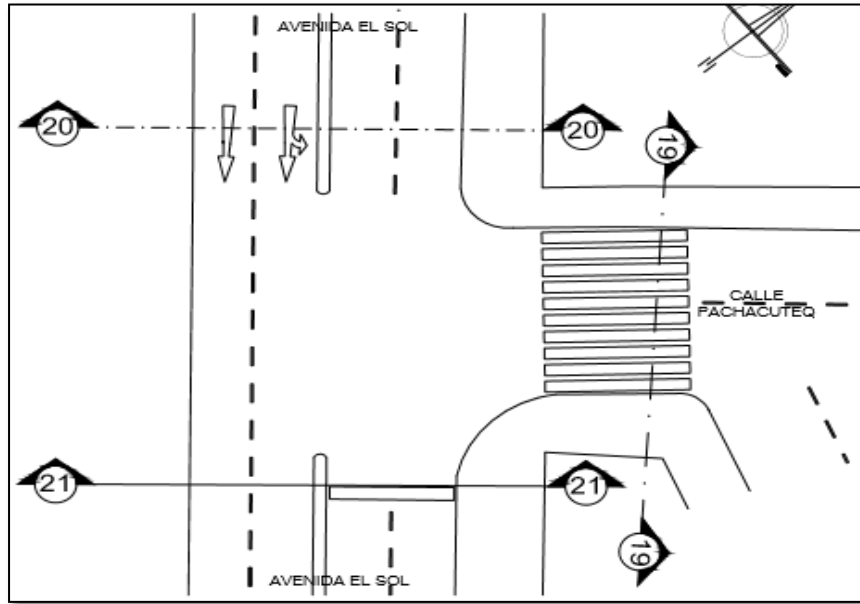
Figura N° 82. Av. El Sol situación actual, Corte 18-18



Fuente: Elaboración propia.

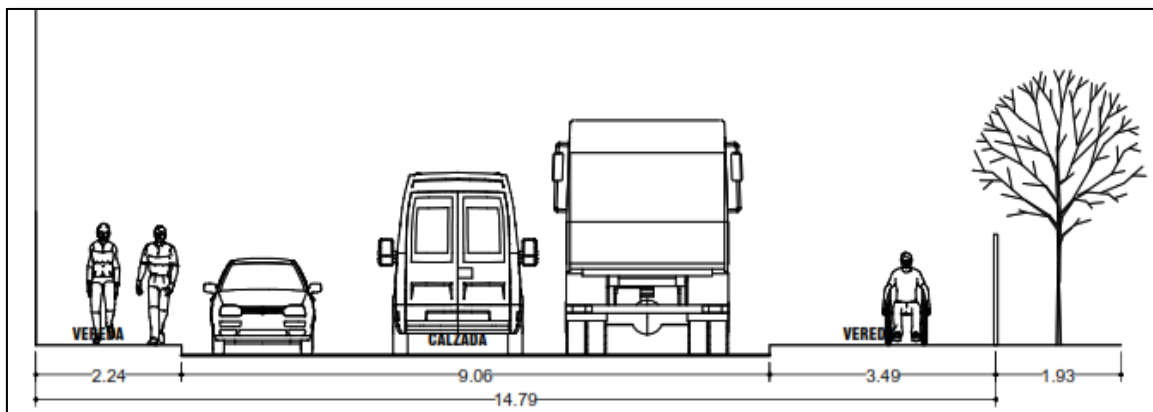


Figura N° 83. Codificación actual de la intersección Av. El Sol – Calle Pachacuteg



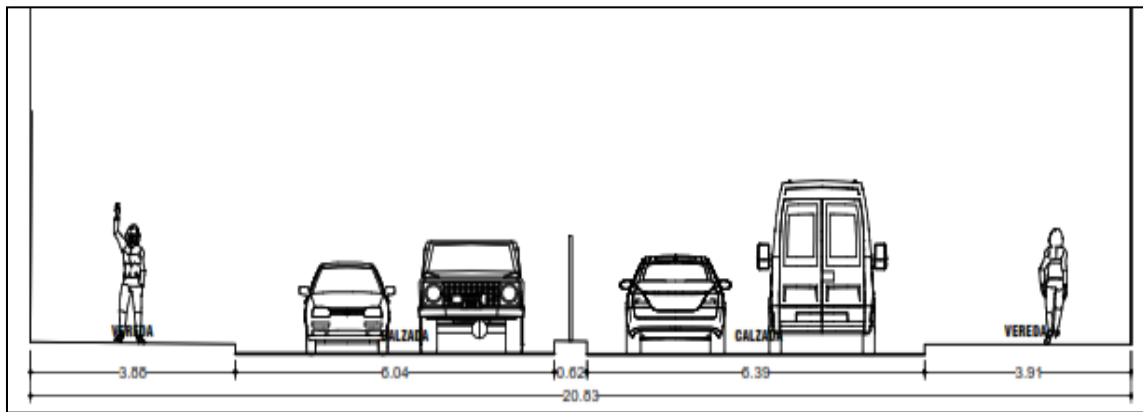
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 84. Calle Pachacuteg situación actual, Corte 19-19



Fuente: Elaboración propia.

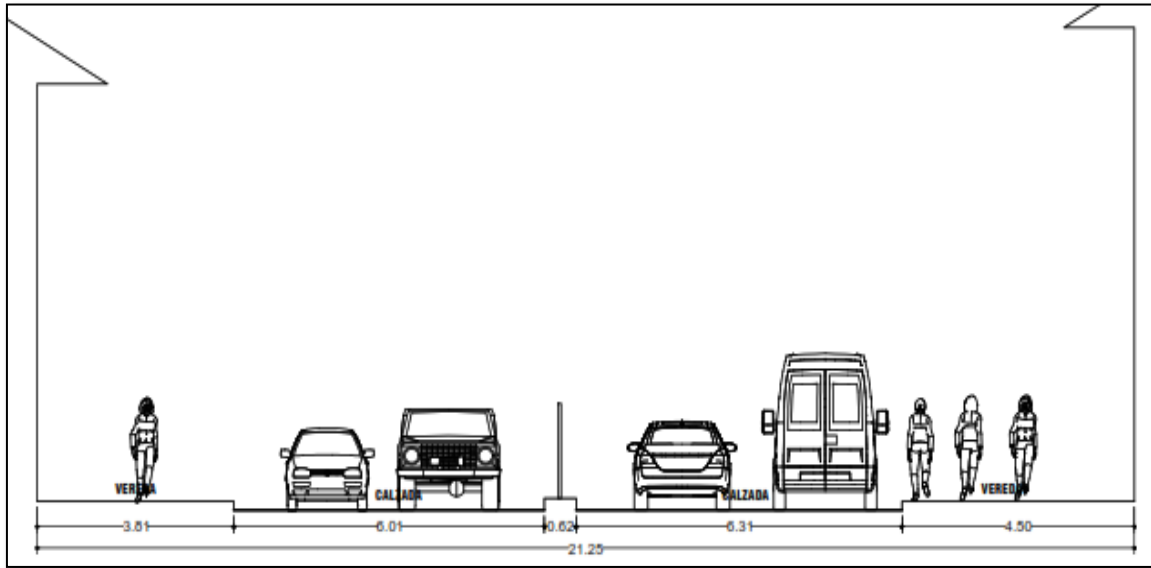
Figura N° 85. Avenida El Sol situación actual, Corte 20-20



Fuente: Elaboración propia.

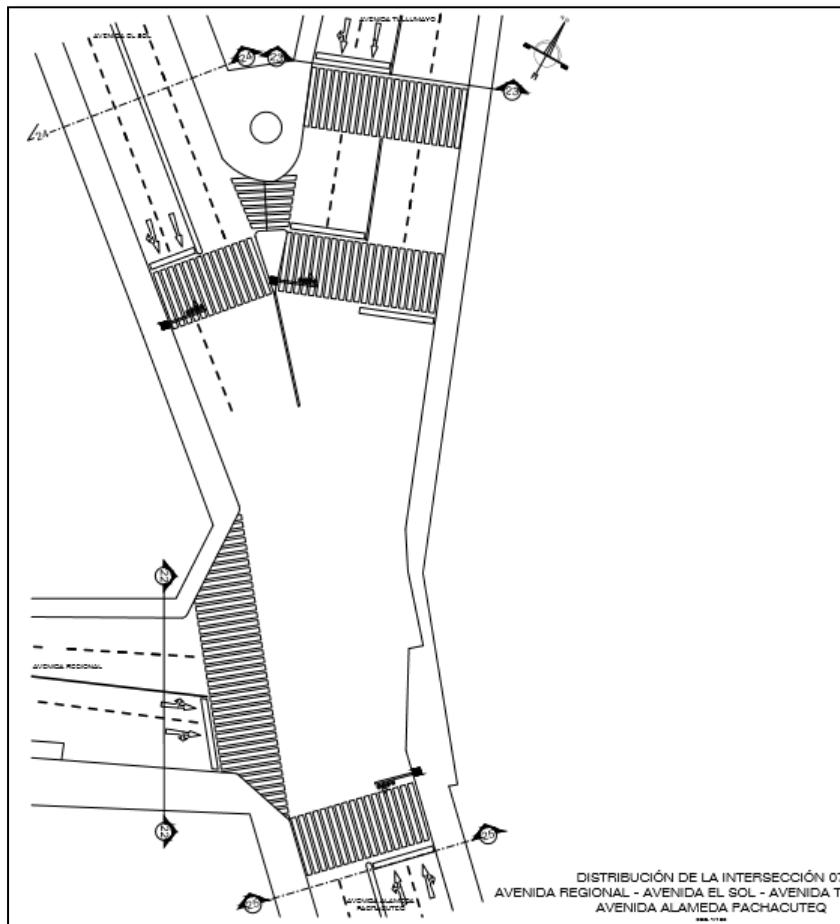


Figura N° 86. Avenida El Sol situación actual, Corte 21-21



Fuente: Elaboración propia.

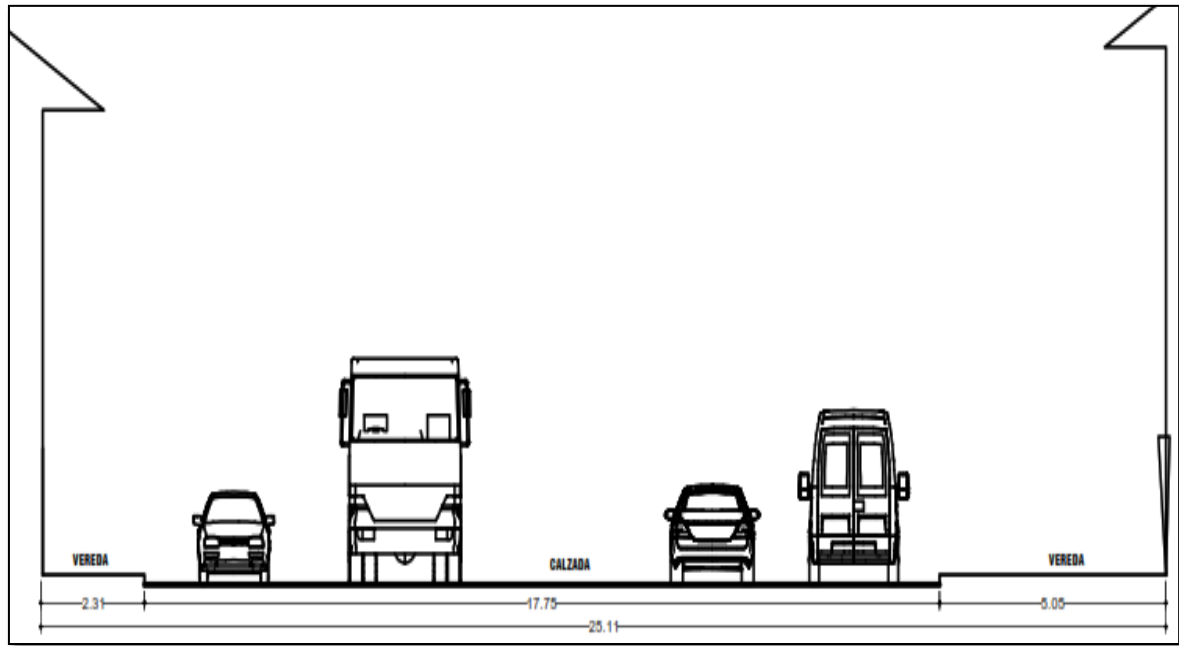
Figura N° 87. Codificación actual de la intersección Av. regional – Av. El Sol – Calle Tullumayo



Fuente: Elaboración propia.

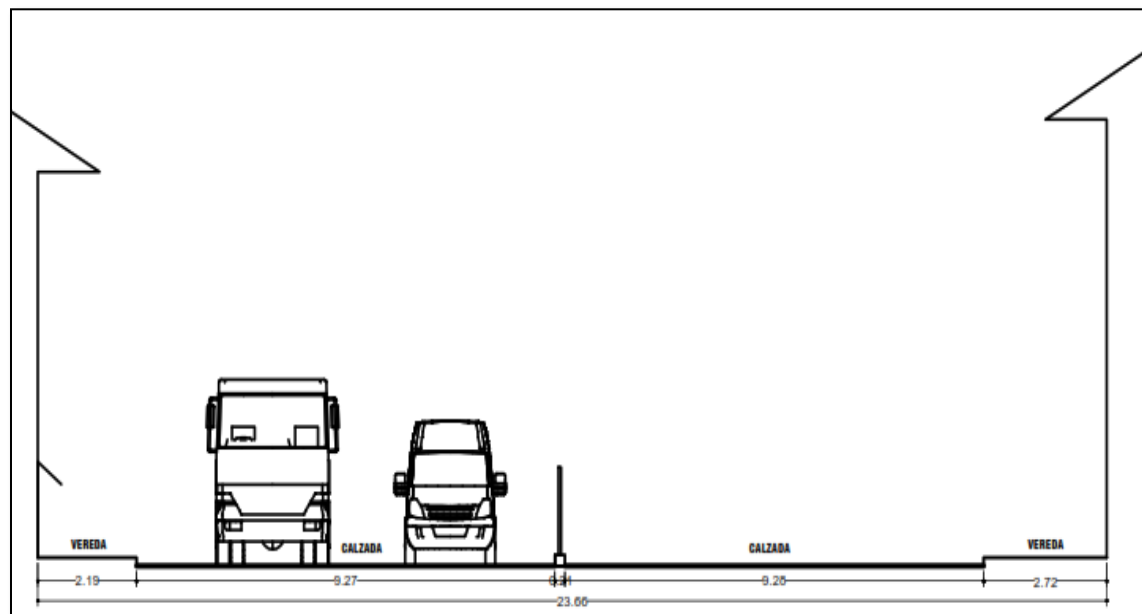


Figura N° 88. Avenida El Sol situación actual, Corte 22-22



Fuente: Elaboración propia.

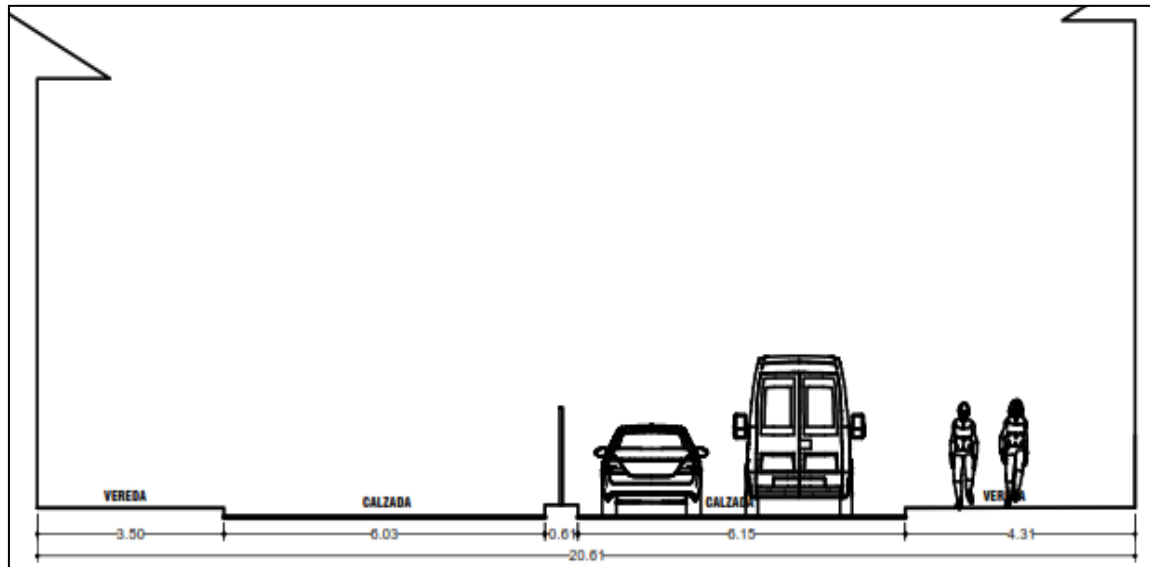
Figura N° 89. Avenida Tullumayo, situación actual, Corte 23-23



Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 90. Avenida El Sol situación actual, Corte 24-24



Fuente: Elaboración propia.

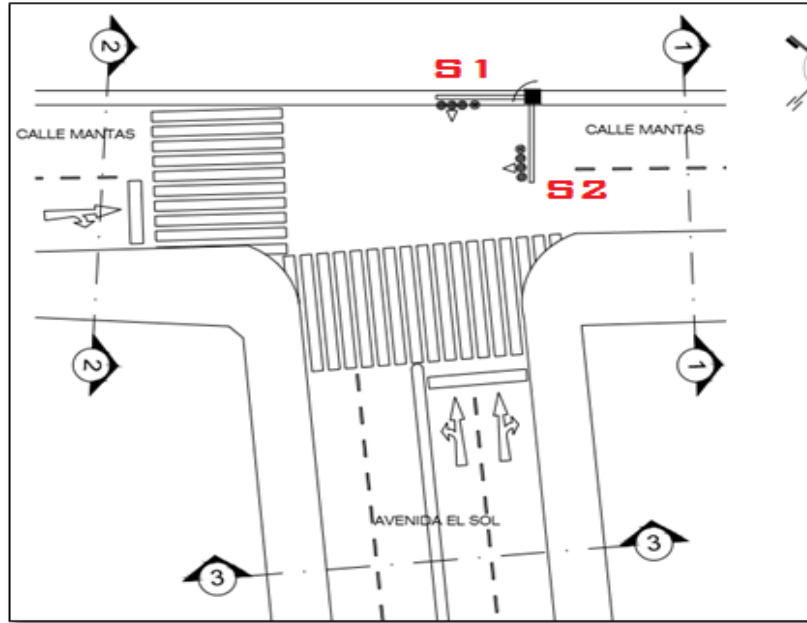
Con la elaboración de los cortes se realizó en base al estado actual de las diferentes secciones transversales al largo de la vía y las calles aledañas por lo que se puede apreciar que existen variaciones en la forma a lo largo de la avenida El Sol, esta información es importante ya que permitirá plantear el un nuevo rediseño de la sección transversal donde se prioriza la movilidad de los peatones y los ciclistas.

3.5.9. Codificación semafórica

Para la recolección de las características semafóricas se tomó en cuenta la posición de los semáforos en las intersecciones a los cuales se les codifico de manera progresiva (S1, S2, S3...Sn) para posteriormente obtener los tiempos semafóricos en verde, rojo y ámbar fueron obtenidos con la ayuda de un reloj y con su unidad de medida segundos, los semáforos que se encuentran en la Avenida El Sol y en todas sus intersección se encuentran en buen estado de funcionamiento por lo que no se tiene ninguna limitante para la obtención de tiempos semafóricos.

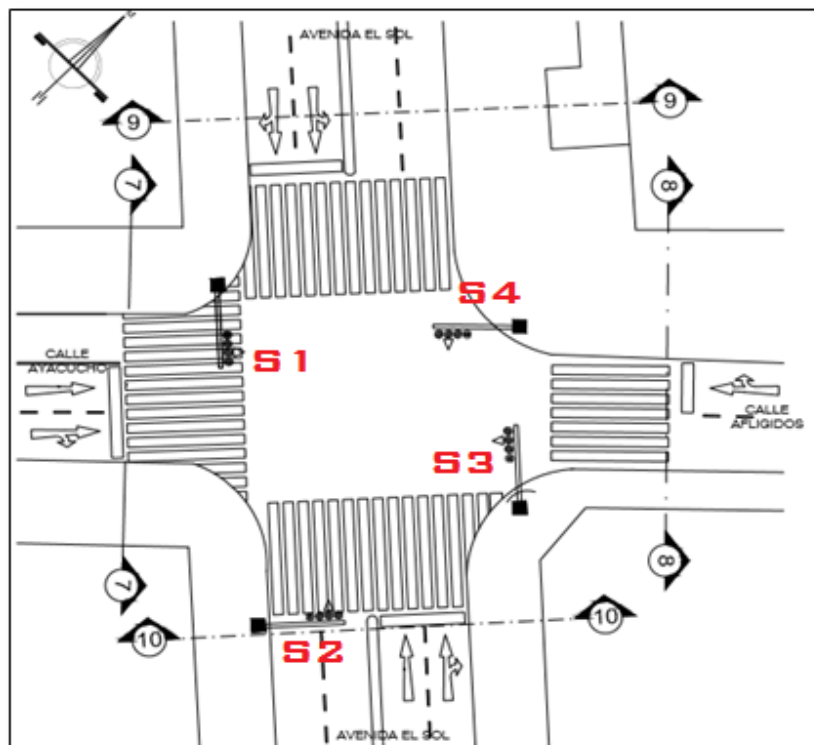


Figura N° 91. Codificación actual de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

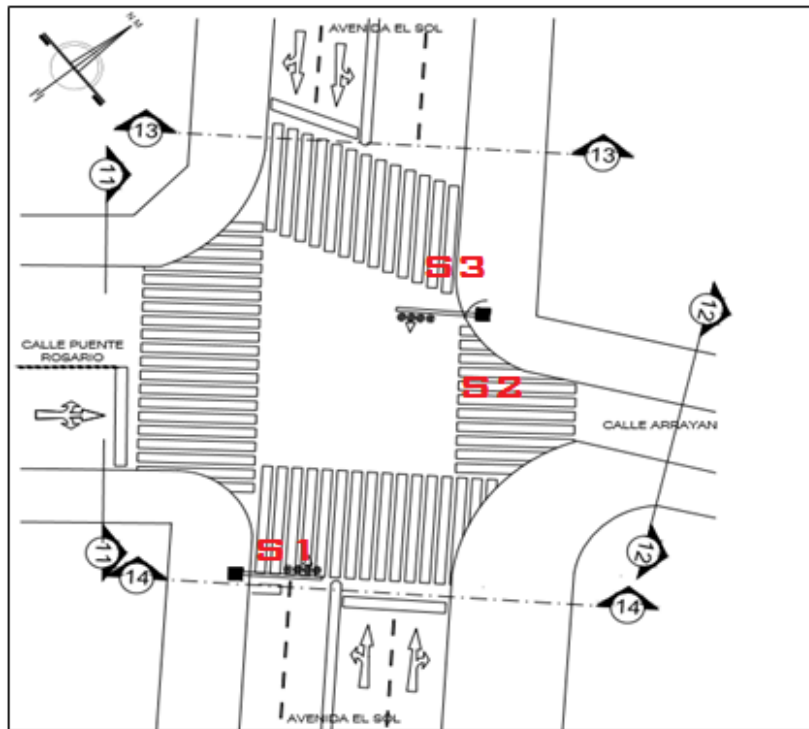
Figura N° 92. Codificación actual de la intersección Calle Ayacucho – Av. El Sol – Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

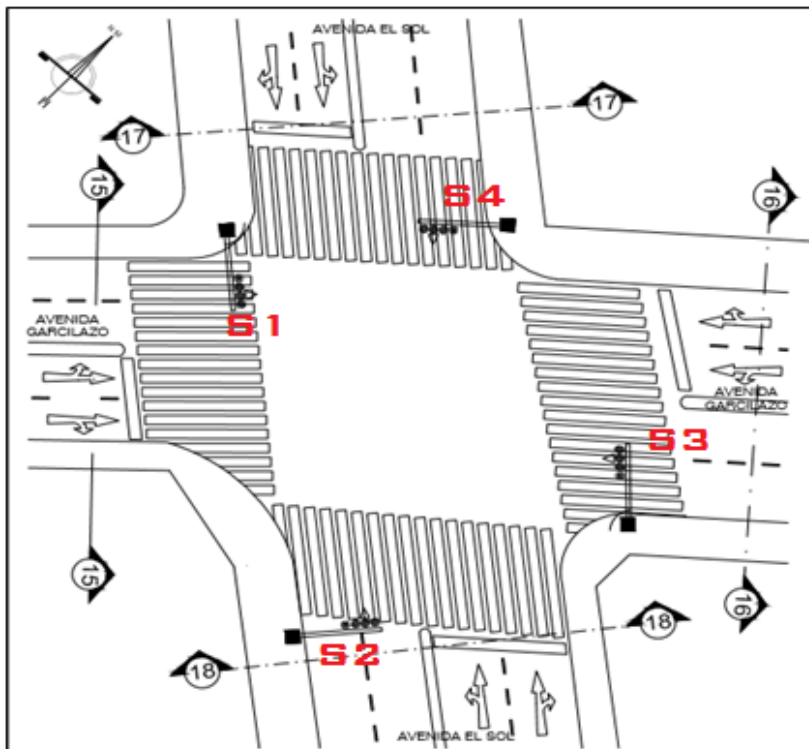


Figura N° 93. Codificación actual de la intersección Calle Pte. Rosario – Av. El Sol – Calle Arrayan



Fuente: Elaboración propia.

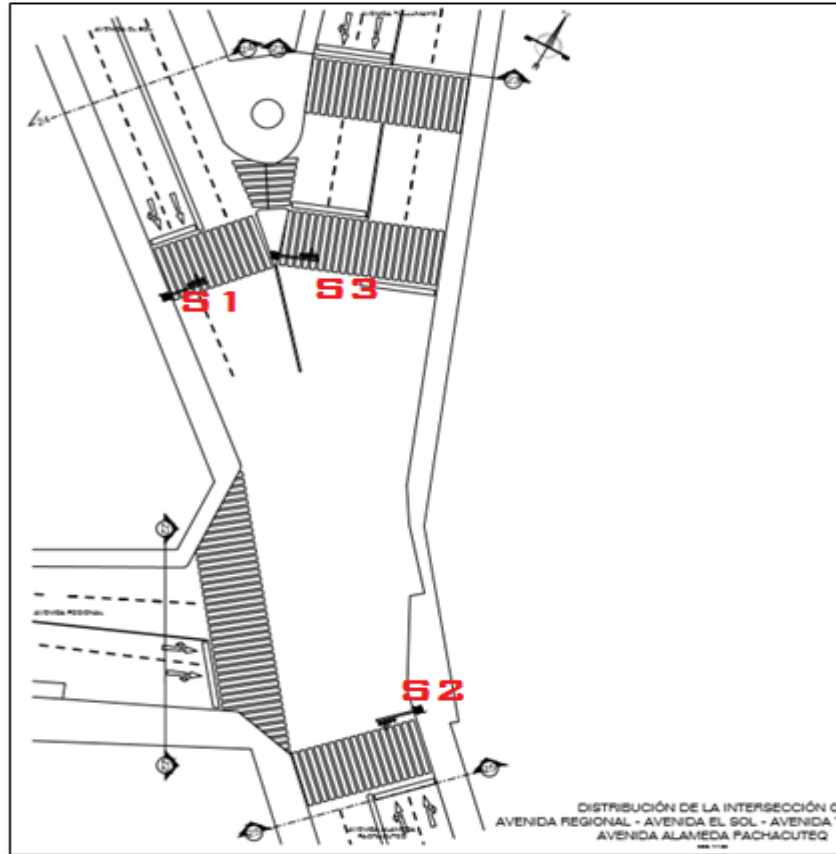
Figura N° 94. Codificación actual de la intersección Av. Garcilazo – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 95. Codificación actual de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

Después de haber identificado y codificado la ubicación de los semáforos en cada intersección que influye en el tránsito de la vía en estudio se procede a medir los tiempos del semáforo en rojo, ámbar y verde con lo cual se completa el ciclo semafórico para cada uno de los semáforos, la unidad de medida para cada tiempo de semáforo.

Tabla N° 28. Características semafóricas intersección Av. El Sol con Calle Mantas

TIEMPOS DE FASES DE SEMAFORO				
TESIS:	*ANÁLISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO*			
TESISTA:	Andy Eder Palomino Quispe			
FECHA:	Miércoles, 25 de agosto del 2021			
INTERSECCION:	Av. El Sol – Calle Mantas			
CODIFICACION:	S1	S2		
TIEMPO DE CICLO	108			
TIEMPO VERDE (Seg)	60	55		
TIEMPO AMBAR (Seg)	3	3		
TIEMPO ROJO (Seg)	45	50		



Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 29. Características semafóricas intersección Av. El Sol con Calle Ayacucho con Calle Afligidos

TIEMPOS DE FASES DE SEMAFORO					
TESIS:	*ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL				
TESISTA:	Andy Eder Palomino Quispe				
FECHA:	Miercoles, 25 de agosto del 2021				
INTERSECCION:	Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos				
CODIFICACION:	S1	S2	S3	S4	
TIEMPO DE CICLO	106				
TIEMPO VERDE (Seg)	50	56	50	56	
TIEMPO AMBAR (Seg)	3	3	3	3	
TIEMPO ROJO (Seg)	56	47	56	47	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 30. Características semafóricas intersección Av. El Sol – Pte. Rosario - Calle Arrayan

TIEMPOS DE FASES DE SEMAFORO					
TESIS:	*ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL				
TESISTA:	Andy Eder Palomino Quispe				
FECHA:	Miercoles, 25 de agosto del 2021				
INTERSECCION:	Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan				
CODIFICACION:	S1	S2	S3		
TIEMPO DE CICLO	112				
TIEMPO VERDE (Seg)	62	57	62		
TIEMPO AMBAR (Seg)	5	5	5		
TIEMPO ROJO (Seg)	45	50	45		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 31. Características semafóricas intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso

TIEMPOS DE FASES DE SEMAFORO					
TESIS:	*ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL				
TESISTA:	Andy Eder Palomino Quispe				
FECHA:	Miercoles, 25 de agosto del 2021				
INTERSECCION:	Av. El Sol – Av. Garcilaso				
CODIFICACION:	S1	S2	S3	S4	
TIEMPO DE CICLO	123				
TIEMPO VERDE (Seg)	50	64	50	64	
TIEMPO AMBAR (Seg)	4	4	4	4	
TIEMPO ROJO (Seg)	69	55	69	55	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 32. Características semafóricas intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

TIEMPOS DE FASES DE SEMAFORO					
TESIS:	*ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL				
TESISTA:	Andy Eder Palomino Quispe				
FECHA:	Miercoles, 25 de agosto del 2021				
INTERSECCION:	Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional				
CODIFICACION:	S1	S2	S3		
TIEMPO DE CICLO	117				
TIEMPO VERDE (Seg)	64	64	50		
TIEMPO AMBAR (Seg)	3	3	3		
TIEMPO ROJO (Seg)	50	50	64		

Fuente: Elaboración propia.



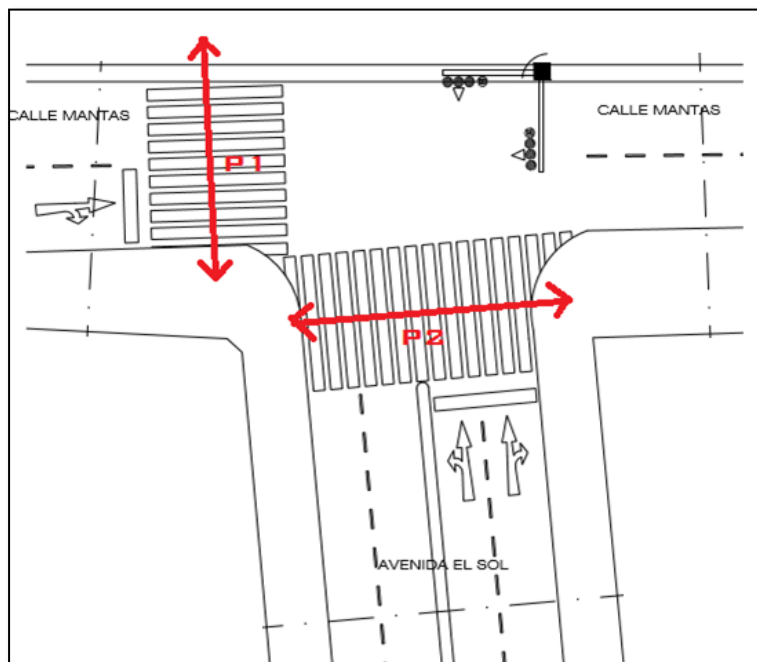
3.5.10. Flujograma de movimientos peatonales

Para la codificación de los movimientos peatonales se identifican las intersecciones a estudiar para posteriormente evaluar los movimientos peatonales en los sentidos en que se desplazan los transeúntes para poder unificar sus movimientos y codificarlos de manera progresiva, lo cual ayudará a ordenar el procesamiento de datos peatonales en la investigación.

Para la codificación de los movimientos peatonales que se tienen actualmente en la vía en estudio estos datos no se toma en cuenta el género, la edad ni la condición física tampoco se tomó en cuenta a las personas con discapacidad o habilidades especiales quienes requieren de accesos e infraestructura especial para su movilidad.

La codificación de las intersecciones de la vía en estudio se muestra a continuación tomando de forma arbitraria por parte del investigador, las cuales comprenden de los siguientes:

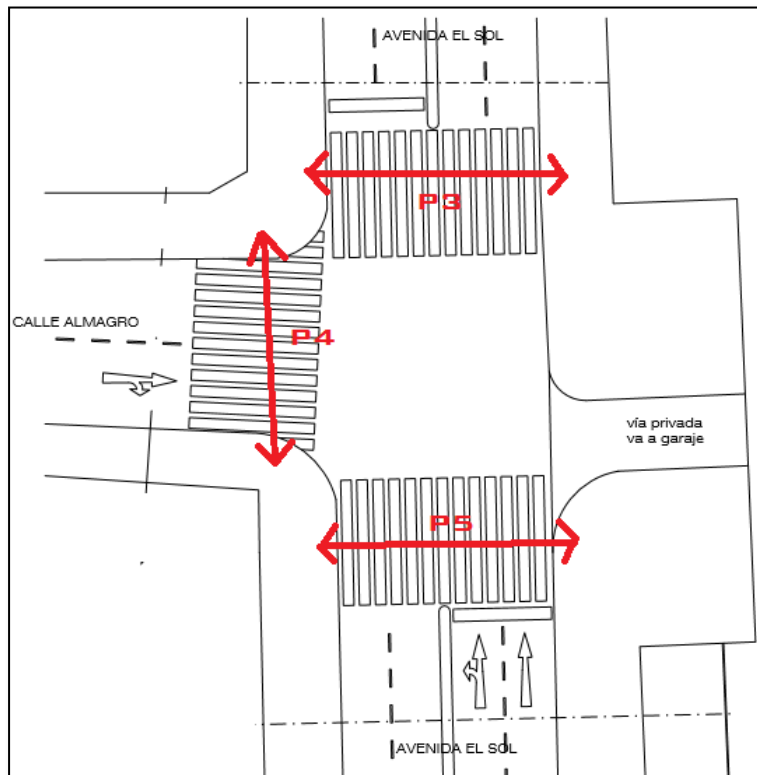
Figura N° 96. Movimientos peatonales de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia

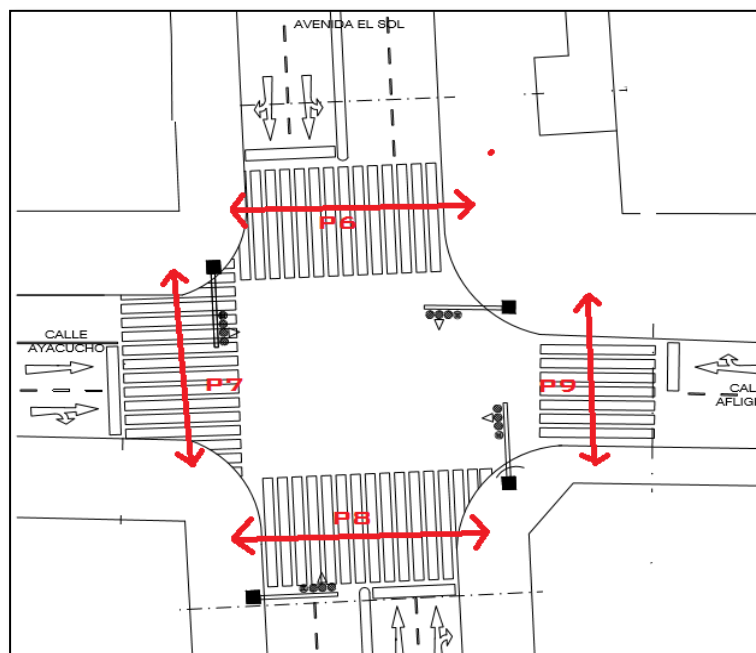


Figura N° 97. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Almagro



Fuente: Elaboración propia

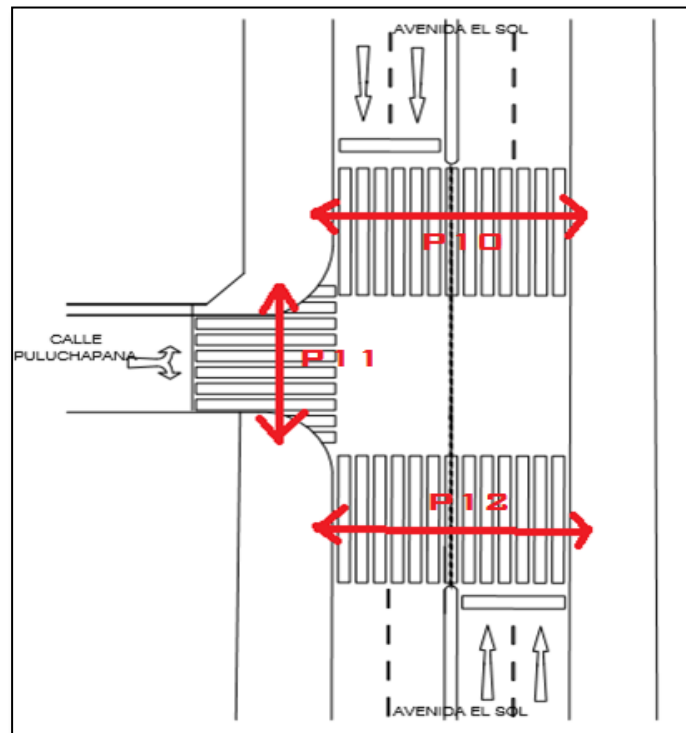
Figura N° 98. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho- Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia

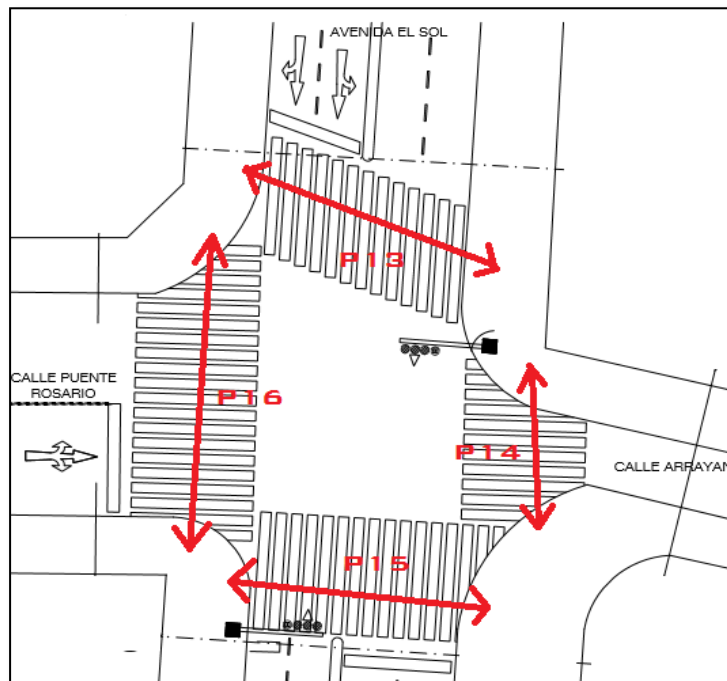


Figura N° 99. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Puluchapana



Fuente: Elaboración propia

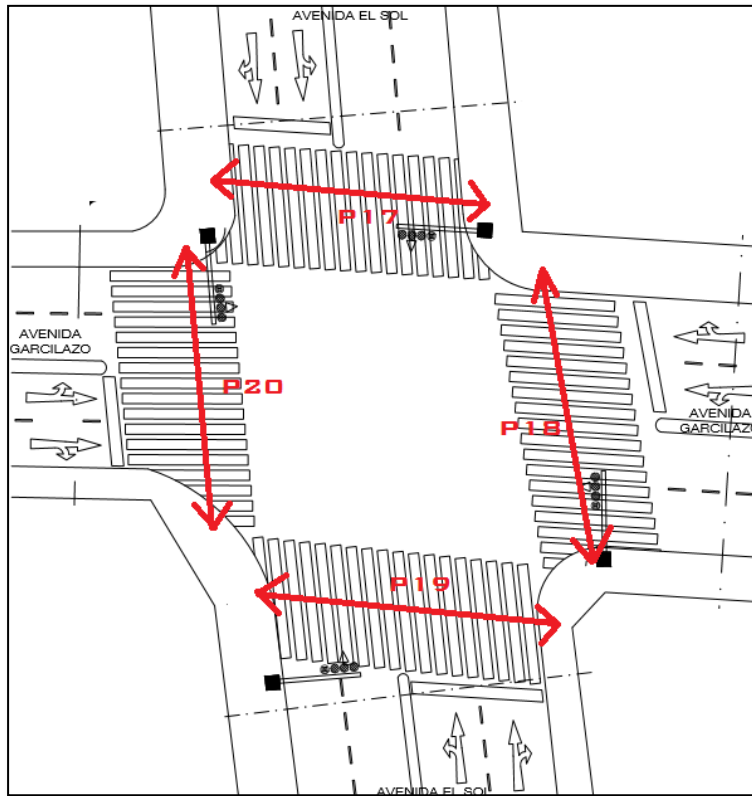
Figura N° 100. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario- Calle Arrayan



Fuente: Elaboración propia

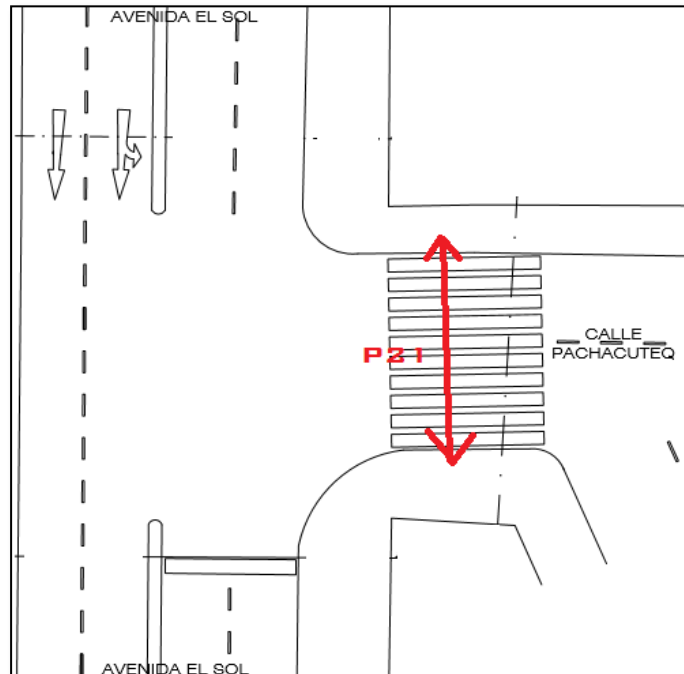


Figura N° 101. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Av. Garcilaso



Fuente: Elaboración propia

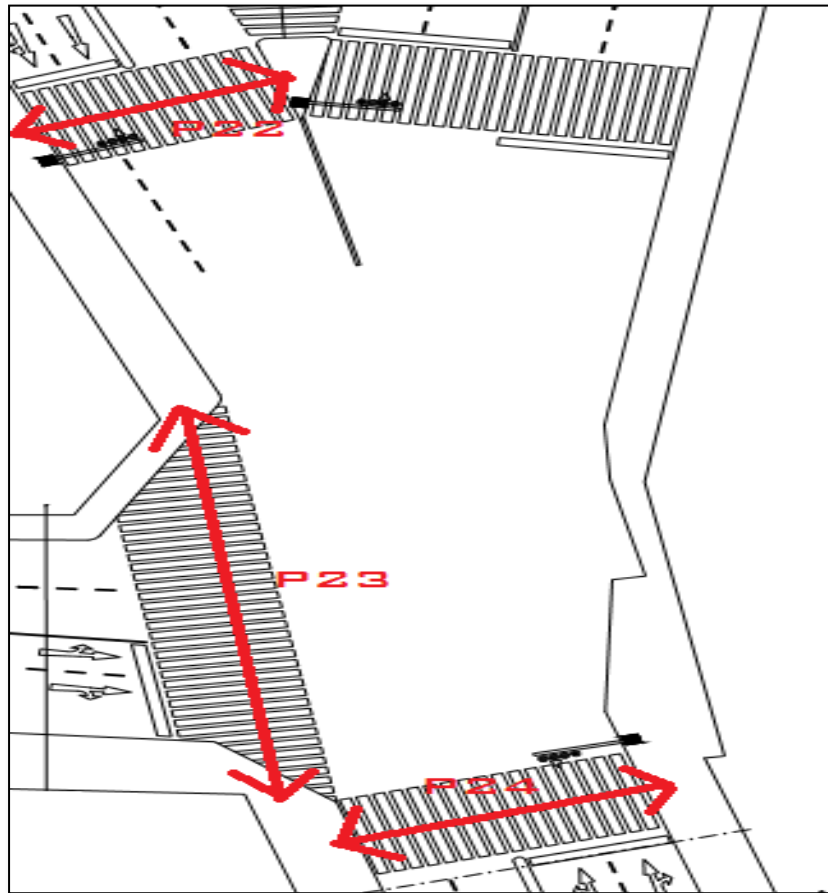
Figura N° 102. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Calle Pachacutecq



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 103. Movimientos peatonales de la intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional



Fuente: Elaboración propia

3.5.11. Aforos peatonales.

Los aforos peatonales se realizaron el día miércoles 03 de agosto del 2022, se realizó desde las 8:00 a.m. hasta la 9:00 a.m. los aforos de cada intersección constan de los siguiente:




Tabla N° 33. Aforo peatonal Av. El sol - Calle Mantas

AFORO PEATONAL (SITUACION ACTUAL)										
"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"										
TESIS:										
INTERSECCION: Av. El Sol – Calle Mantas										
FECHA: 03 de agosto del 2022										
DIA : Miercoles										
APROXIMACION N-S: Av. El Sol										
HORAS DE CONTROL	PEATONES								X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	5	6	7	8		
7:00-7:15	21	18	18	18	9	12	0	0	97	
7:15-7:30	28	30	37	37	18	14	0	0	163	
7:30-7:45	32	25	32	32	18	12	0	0	152	
7:45-8:00	32	21	39	39	25	35	0	0	191	603
8:00-8:15	37	21	35	35	28	78	0	0	232	
8:15-8:30	39	28	41	41	32	78	0	0	260	
8:30-8:45	62	25	48	48	48	99	0	0	331	
8:45-9:00	83	32	62	62	44	104	0	0	386	1210
9:00-9:15	81	30	78	78	60	74	0	0	400	
9:15-9:30	74	35	83	83	64	78	0	0	416	
9:30-9:45	74	32	78	78	78	98	0	0	438	
9:45-10:00	81	41	74	74	122	129	0	0	520	1775
10:00-10:15	94	48	99	99	150	129	0	0	619	
10:15-10:30	104	51	99	99	133	122	0	0	607	
10:30-10:45	99	44	124	124	159	99	0	0	649	
10:45-11:00	101	39	154	154	170	106	0	0	725	2599
11:00-11:15	104	41	124	124	154	129	0	0	676	
11:15-11:30	124	44	129	129	124	150	0	0	699	
11:30-11:45	122	44	145	145	129	175	0	0	759	
11:45-12:00	120	48	133	133	133	124	0	0	692	2827
12:00-12:15	150	62	143	143	124	156	0	0	777	
12:15-12:30	133	71	133	133	136	156	0	0	764	
12:30-12:45	131	74	150	150	99	175	0	0	777	
12:45-13:00	129	71	170	170	113	205	0	0	858	3176
13:00-13:15	143	64	150	150	124	214	0	0	844	
13:15-13:30	175	60	145	145	120	216	0	0	860	
13:30-13:45	179	62	150	150	106	237	0	0	883	
13:45-14:00	200	60	156	156	124	278	0	0	975	3563
14:00-14:15	150	60	147	147	154	120	0	0	777	
14:15-14:30	152	71	124	124	150	198	0	0	819	
14:30-14:45	145	76	99	99	154	179	0	0	752	
14:45-15:00	133	85	124	124	175	225	0	0	867	3215
15:00-15:15	85	48	108	110	124	175	0	0	651	
15:15-15:30	97	55	124	124	122	154	0	0	676	
15:30-15:45	83	60	99	99	110	131	0	0	582	
15:45-16:00	87	64	108	108	99	122	0	0	589	2498
16:00-16:15	106	55	104	104	104	99	0	0	570	
16:15-16:30	110	55	74	74	129	106	0	0	547	
16:30-16:45	110	48	81	81	150	104	0	0	573	
16:45-17:00	122	55	85	85	159	74	0	0	580	2270
17:00-17:15	104	48	85	85	150	154	0	0	626	
17:15-17:30	110	53	81	81	124	120	0	0	568	
17:30-17:45	122	55	83	83	129	110	0	0	582	
17:45-18:00	122	74	87	87	124	99	0	0	593	2369
18:00-18:15	101	78	97	97	124	127	0	0	623	
18:15-18:30	110	64	104	104	124	108	0	0	614	
18:30-18:45	108	62	108	108	124	113	0	0	623	
18:45-19:00	99	64	106	106	129	124	0	0	628	2489
19:00-19:15	74	58	97	97	104	143	0	0	570	
19:15-19:30	78	62	87	87	115	127	0	0	557	
19:30-19:45	99	51	83	99	133	129	0	0	593	
19:45-20:00	78	81	104	124	147	145	0	0	679	2399
DIA	5334	2705	5226	5265	5801	6662	0	0		30992
H.P A.M	113	94	127	127	71	71	0	0		
H.P MD	697	246	600	600	474	945	0	0		
H.P PM	748	520	784	821	1001	1014	0	0		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 34. Aforo peatonal Av. El Sol - Calle Almagro

AFORO PEATONAL (SITUACION ACTUAL)											
TESIS:	"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"									 Universidad Andina del Cusco	
	INTERSECCION:	Av. El Sol - Calle Almagro									
	FECHA:	03 de agosto del 2022									
	DIA :	Miercoles									
APROXIMACION N-S:	Av. El Sol										
HORAS DE CONTROL	PEATONES								X 1/4 HORA	SUMA HORARIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
7:00-7:15	9	4	7	18	0	0	13	11	62		
7:15-7:30	11	9	9	33	0	0	7	13	81		
7:30-7:45	7	7	31	33	0	0	18	15	110		
7:45-8:00	15	7	37	46	0	0	20	24	150	403	
8:00-8:15	24	9	46	51	0	0	26	31	187		
8:15-8:30	26	13	42	70	0	0	26	33	211		
8:30-8:45	46	18	40	79	0	0	33	35	251		
8:45-9:00	53	24	79	77	0	0	31	46	310	959	
9:00-9:15	70	26	75	92	0	0	37	55	356		
9:15-9:30	64	33	103	99	0	0	40	55	394		
9:30-9:45	64	46	99	92	0	0	53	46	400		
9:45-10:00	62	35	92	103	0	0	68	53	414	1564	
10:00-10:15	62	53	119	95	0	0	79	77	484		
10:15-10:30	70	48	114	95	0	0	81	81	491		
10:30-10:45	73	57	112	119	0	0	90	81	532		
10:45-11:00	70	53	128	147	0	0	95	92	585	2092	
11:00-11:15	73	68	134	119	0	0	101	92	587		
11:15-11:30	70	57	141	123	0	0	99	103	594		
11:30-11:45	73	51	136	139	0	0	70	103	572		
11:45-12:00	70	55	119	128	0	0	92	112	576	2330	
12:00-12:15	75	55	161	136	0	0	92	114	634		
12:15-12:30	95	57	143	128	0	0	79	117	618		
12:30-12:45	119	59	145	143	0	0	103	108	678		
12:45-13:00	95	64	141	163	0	0	108	106	675	2605	
13:00-13:15	92	68	139	143	0	0	114	123	680		
13:15-13:30	117	59	147	139	0	0	114	106	682		
13:30-13:45	117	79	143	143	0	0	101	92	675		
13:45-14:00	123	70	156	150	0	0	103	101	704	2741	
14:00-14:15	117	55	141	141	0	0	106	95	653		
14:15-14:30	114	62	117	119	0	0	75	84	570		
14:30-14:45	117	59	95	95	0	0	77	84	526		
14:45-15:00	90	53	84	119	0	0	70	92	508	2257	
15:00-15:15	77	57	77	106	0	0	92	106	515		
15:15-15:30	90	42	79	119	0	0	101	84	515		
15:30-15:45	79	46	81	95	0	0	70	90	462		
15:45-16:00	68	55	70	103	0	0	70	86	453	1945	
16:00-16:15	51	46	59	99	0	0	73	70	398		
16:15-16:30	55	42	55	70	0	0	59	68	350		
16:30-16:45	59	40	57	77	0	0	64	59	356		
16:45-17:00	75	51	57	81	0	0	64	62	389	1494	
17:00-17:15	62	46	70	81	0	0	77	62	398		
17:15-17:30	70	57	79	77	0	0	79	53	416		
17:30-17:45	75	53	57	79	0	0	70	53	387		
17:45-18:00	57	57	57	84	0	0	77	48	381	1582	
18:00-18:15	55	53	57	92	0	0	75	75	407		
18:15-18:30	55	42	55	99	0	0	57	77	385		
18:30-18:45	59	57	59	103	0	0	59	81	420		
18:45-19:00	79	84	70	101	0	0	81	77	493	1705	
19:00-19:15	84	53	51	92	0	0	70	77	427		
19:15-19:30	79	59	46	84	0	0	77	81	427		
19:30-19:45	81	51	62	95	0	0	70	68	427		
19:45-20:00	86	59	57	119	0	0	64	64	449	1729	
DIA	3678	2464	4532	5232	0	0	3676	3824		23406	
H.P A.M	42	26	84	130	0	0	57	64			
H.P MD	449	277	585	574	0	0	433	422			
H.P PM	579	458	458	785	0	0	554	601			

Fuente: Elaboración propia




Tabla N° 35. Aforo peatonal Av. El Sol - Calle Ayacucho - Calle afligidos

AFORO PEATONAL (SITUACION ACTUAL)										
TESIS:	"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"									
	INTERSECCION:	Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos								
	FECHA:	03 de agosto del 2022								
	DIA :	Miercoles								
APROXIMACION N-S:	Av. El Sol									
HORAS DE CONTROL	PEATONES								X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	5	6	7	8		
7:00-7:15	9	12	14	14	7	9	20	25	108	
7:15-7:30	15	14	15	27	10	10	20	25	137	
7:30-7:45	20	17	19	26	9	12	19	23	144	
7:45-8:00	26	24	20	36	3	19	24	29	181	570
8:00-8:15	46	29	24	39	5	20	24	29	216	
8:15-8:30	48	31	29	63	19	26	26	31	271	
8:30-8:45	49	29	36	61	19	26	32	40	291	
8:45-9:00	48	36	39	60	26	36	39	48	330	1109
9:00-9:15	54	39	43	71	36	43	46	56	388	
9:15-9:30	56	44	43	70	39	43	46	56	396	
9:30-9:45	60	48	53	71	37	37	54	67	427	
9:45-10:00	65	54	61	80	39	41	61	75	476	1688
10:00-10:15	73	58	63	73	41	58	61	75	502	
10:15-10:30	71	61	78	71	41	60	66	82	530	
10:30-10:45	68	65	97	92	53	63	73	90	600	
10:45-11:00	70	73	104	114	49	70	99	121	699	2332
11:00-11:15	77	71	105	92	46	71	105	130	697	
11:15-11:30	90	78	107	95	39	80	107	132	728	
11:30-11:45	100	82	114	107	61	82	114	140	800	
11:45-12:00	114	87	114	77	71	87	121	148	818	3044
12:00-12:15	111	88	122	105	54	88	117	144	831	
12:15-12:30	114	99	121	99	61	94	121	148	856	
12:30-12:45	111	92	124	111	66	88	124	153	868	
12:45-13:00	109	90	124	111	83	82	124	153	875	3430
13:00-13:15	122	99	121	100	80	90	128	157	896	
13:15-13:30	111	107	114	107	88	90	124	153	894	
13:30-13:45	116	109	117	111	63	71	133	163	882	
13:45-14:00	109	92	116	116	60	78	122	151	842	3515
14:00-14:15	90	82	92	109	48	66	104	128	717	
14:15-14:30	73	80	95	92	46	65	105	130	686	
14:30-14:45	73	80	90	73	46	54	104	128	648	
14:45-15:00	58	77	71	92	53	49	90	111	600	2651
15:00-15:15	54	73	71	82	46	54	87	107	574	
15:15-15:30	54	78	61	92	49	58	77	94	563	
15:30-15:45	58	80	63	73	60	65	80	98	576	
15:45-16:00	43	78	56	80	53	66	56	69	501	2214
16:00-16:15	44	66	46	77	49	54	58	71	465	
16:15-16:30	43	63	56	54	46	53	56	69	440	
16:30-16:45	44	58	44	60	44	46	49	61	406	
16:45-17:00	44	58	37	63	49	48	37	46	383	1693
17:00-17:15	48	58	58	63	53	48	63	77	467	
17:15-17:30	54	58	61	60	61	41	60	73	468	
17:30-17:45	58	61	60	61	58	41	61	75	475	
17:45-18:00	44	60	60	65	65	37	63	77	470	1879
18:00-18:15	43	73	60	71	60	58	65	79	508	
18:15-18:30	44	77	54	77	58	60	54	67	490	
18:30-18:45	46	75	73	80	53	63	73	90	553	
18:45-19:00	61	58	73	78	61	60	75	92	558	2108
19:00-19:15	49	61	65	71	48	61	65	79	499	
19:15-19:30	54	60	60	65	48	63	63	77	489	
19:30-19:45	63	65	63	73	43	53	63	77	499	
19:45-20:00	66	73	53	92	41	49	49	61	484	1971
DIA	3368	3375	3657	3997	2440	2882	3806	4682		28205
H.P A.M	70	66	68	102	29	49	83	102		
H.P MD	457	406	468	434	291	330	507	623		
H.P PM	427	541	500	607	410	466	507	623		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 36. Aforo peatonal Av. El Sol - Calle puente rosario - Calle Arrayan

AFORO PEATONAL (SITUACION ACTUAL)										
TESIS: INTERSECCION: FECHA: DIA : APROXIMACION N-S:	"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"								 Universidad Andina del Cusco	
	Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan									
	03 de agosto del 2022									
	Miercoles Av. El Sol									
HORAS DE CONTROL	PEATONES								X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	5	6	7	8		
7:00-7:15	7	15	7	15	11	18	11	15	99	
7:15-7:30	11	11	11	11	7	22	18	18	110	
7:30-7:45	15	18	15	18	11	26	26	22	151	
7:45-8:00	11	15	18	40	18	29	18	26	177	537
8:00-8:15	44	26	40	44	26	18	55	22	276	
8:15-8:30	40	33	44	52	22	26	59	18	294	
8:30-8:45	48	40	48	63	29	29	59	26	342	
8:45-9:00	52	44	52	77	26	44	77	44	416	1328
9:00-9:15	48	55	52	81	29	40	92	29	427	
9:15-9:30	52	70	96	77	40	55	99	40	530	
9:30-9:45	63	77	85	88	44	70	129	44	600	
9:45-10:00	66	88	96	96	52	88	132	59	677	2234
10:00-10:15	77	77	99	118	55	118	166	88	799	
10:15-10:30	81	92	125	136	70	129	173	81	887	
10:30-10:45	70	77	129	132	77	107	166	77	835	
10:45-11:00	77	92	132	136	88	129	173	77	905	3426
11:00-11:15	81	96	144	140	81	85	206	88	920	
11:15-11:30	85	118	158	151	85	96	199	129	1019	
11:30-11:45	77	121	166	155	77	118	158	107	979	
11:45-12:00	118	129	173	155	92	129	199	88	1082	4000
12:00-12:15	125	132	169	195	96	132	199	96	1144	
12:15-12:30	118	129	199	199	114	151	206	92	1207	
12:30-12:45	118	125	177	202	118	155	202	88	1185	
12:45-13:00	125	129	191	213	129	173	206	140	1306	4843
13:00-13:15	118	132	191	199	155	177	199	132	1303	
13:15-13:30	118	118	195	199	173	180	199	169	1351	
13:30-13:45	129	125	195	195	206	188	195	213	1446	
13:45-14:00	129	118	173	191	199	206	206	199	1420	5520
14:00-14:15	125	92	180	177	158	199	210	166	1306	
14:15-14:30	118	103	177	180	125	158	173	132	1152	
14:30-14:45	114	99	180	173	169	151	125	140	1152	
14:45-15:00	99	103	177	162	169	125	125	136	1097	4707
15:00-15:15	99	103	140	125	173	132	129	125	1027	
15:15-15:30	96	92	125	129	173	118	118	132	983	
15:30-15:45	103	92	118	118	199	77	140	136	983	
15:45-16:00	107	96	114	125	166	96	132	132	968	3960
16:00-16:15	88	103	96	118	169	77	118	169	938	
16:15-16:30	81	99	85	114	173	99	136	129	916	
16:30-16:45	92	99	92	92	173	77	92	173	891	
16:45-17:00	92	103	88	114	213	103	136	132	983	3728
17:00-17:15	88	99	88	99	210	99	99	158	942	
17:15-17:30	88	92	92	96	206	77	132	132	916	
17:30-17:45	85	96	92	92	213	88	92	213	972	
17:45-18:00	92	88	96	103	232	88	129	132	960	3790
18:00-18:15	92	99	99	114	166	77	114	140	902	
18:15-18:30	114	88	92	125	166	88	129	166	968	
18:30-18:45	125	96	88	118	158	85	129	158	957	
18:45-19:00	125	85	132	96	169	85	136	158	986	3812
19:00-19:15	118	85	118	125	173	88	125	162	994	
19:15-19:30	125	88	118	118	177	88	136	177	1027	
19:30-19:45	132	92	103	118	169	92	118	173	997	
19:45-20:00	132	77	107	125	166	99	144	166	1016	4033
DIA	4633	4574	5976	6333	6396	5207	6929	5870		45919
H.P A.M	44	59	52	85	48	96	74	81		
H.P MD	493	493	754	784	732	751	799	714		
H.P PM	964	710	857	938	1343	703	1030	1299		

Fuente: Elaboración propia




Tabla N° 37. Aforo peatonal Av. El sol - Calle Almagro

AFORO PEATONAL (SITUACION ACTUAL)										
TESIS:	LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"									
INTERSECCION:	Av. El Sol – Calle Garcilaso									
FECHA:	03 de agosto del 2022									
DIA :	Miercoles									
APROXIMACION N-S:	Av. El Sol									
HORAS DE CONTROL	PEATONES								X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	1	2	3	4	5	6	7	8		
7:00-7:15	14	11	7	7	7	13	14	17	91	
7:15-7:30	13	7	9	5	9	11	11	12	77	
7:30-7:45	11	7	7	9	5	13	16	19	88	
7:45-8:00	13	13	14	20	7	13	20	22	121	376
8:00-8:15	9	14	20	22	11	14	23	28	141	
8:15-8:30	7	11	22	25	13	20	31	34	161	
8:30-8:45	20	25	23	41	22	22	38	45	236	
8:45-9:00	27	23	25	47	20	25	61	67	296	835
9:00-9:15	29	27	25	50	41	29	81	97	380	
9:15-9:30	25	31	47	61	38	31	83	91	406	
9:30-9:45	32	43	41	58	43	32	77	93	420	
9:45-10:00	27	47	34	76	47	41	85	93	449	1656
10:00-10:15	40	45	49	77	58	49	103	123	543	
10:15-10:30	41	49	61	77	58	56	104	115	561	
10:30-10:45	45	45	67	68	77	52	101	121	576	
10:45-11:00	41	43	65	68	77	63	97	107	562	2242
11:00-11:15	47	49	70	67	58	65	104	125	584	
11:15-11:30	41	65	81	61	61	61	113	125	609	
11:30-11:45	38	63	83	77	81	65	77	93	577	
11:45-12:00	58	63	85	103	61	68	97	107	642	2412
12:00-12:15	65	59	85	101	58	63	101	121	652	
12:15-12:30	63	67	86	103	61	77	110	121	688	
12:30-12:45	50	61	97	101	61	85	115	138	709	
12:45-13:00	61	61	101	83	43	81	117	129	676	2724
13:00-13:15	65	59	95	77	58	103	113	136	707	
13:15-13:30	52	58	99	94	76	121	121	133	752	
13:30-13:45	63	61	99	85	83	115	95	114	716	
13:45-14:00	67	58	94	85	97	115	115	127	757	2931
14:00-14:15	63	50	104	79	99	94	103	123	715	
14:15-14:30	58	41	85	77	101	97	77	85	622	
14:30-14:45	56	45	86	76	77	97	61	73	572	
14:45-15:00	49	41	74	65	83	81	61	67	521	2430
15:00-15:15	49	38	61	65	81	77	65	78	513	
15:15-15:30	47	40	58	59	85	77	58	63	486	
15:30-15:45	50	43	59	58	58	83	68	82	501	
15:45-16:00	50	34	56	65	67	81	77	85	515	2017
16:00-16:15	43	32	61	61	83	86	58	69	494	
16:15-16:30	40	34	47	63	85	76	67	73	484	
16:30-16:45	45	32	49	58	85	83	67	80	498	
16:45-17:00	45	38	56	61	104	58	76	83	521	1996
17:00-17:15	47	41	43	58	103	65	68	82	507	
17:15-17:30	49	38	38	58	101	81	65	71	500	
17:30-17:45	41	41	36	63	104	81	76	91	534	
17:45-18:00	50	31	32	58	113	77	68	75	505	2046
18:00-18:15	61	32	31	63	81	85	83	99	535	
18:15-18:30	65	31	41	41	81	77	77	85	499	
18:30-18:45	61	31	38	49	77	81	63	76	475	
18:45-19:00	61	32	45	49	83	76	67	73	485	1995
19:00-19:15	58	32	38	49	85	67	61	73	462	
19:15-19:30	58	31	47	47	86	63	67	73	471	
19:30-19:45	67	31	38	43	83	61	70	84	477	
19:45-20:00	63	31	47	45	81	67	68	81	482	1892
DIA	2338	2036	2860	3155	3415	3371	3895	4481		25552
H.P A.M	50	38	38	41	29	49	61	70		
H.P MD	486	484	756	727	536	760	887	1019		
H.P PM	493	250	324	385	657	576	556	645		

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 38. Aforo peatonal Av. El sol - Calle pachacuteg

AFORO PEATONAL (SITUACION ACTUAL)										
TESIS:		"ANALISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO"								 Universidad Andina del Cusco
INTERSECCION:		Av. El Sol – Calle Pachacuteg								
FECHA:		03 de agosto del 2022								
DIA :		Miercoles								
APROXIMACION N-S:		Av. El Sol								
HORAS DE CONTROL	1	2	3	PEATONES				8	X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
7:00-7:15	0	0	0	0	3	5	5	5	18	
7:15-7:30	0	0	3	0	5	8	3	10	28	
7:30-7:45	0	0	5	5	0	10	5	13	38	
7:45-8:00	0	0	5	0	5	15	5	10	40	123
8:00-8:15	0	0	5	10	8	28	5	8	63	
8:15-8:30	0	0	3	13	10	30	3	10	68	
8:30-8:45	0	0	8	15	8	28	10	15	83	
8:45-9:00	0	0	10	8	13	25	13	10	78	290
9:00-9:15	0	0	10	5	15	23	10	8	70	
9:15-9:30	0	0	8	8	10	23	8	13	68	
9:30-9:45	0	0	28	13	18	28	30	8	123	
9:45-10:00	0	0	23	18	23	25	33	10	130	390
10:00-10:15	0	0	10	20	28	30	28	18	133	
10:15-10:30	0	0	23	15	30	35	23	13	138	
10:30-10:45	0	0	20	10	35	28	18	15	125	
10:45-11:00	0	0	10	13	30	25	15	10	103	498
11:00-11:15	0	0	8	15	30	23	8	15	98	
11:15-11:30	0	0	13	13	30	28	10	18	110	
11:30-11:45	0	0	18	8	28	25	18	13	108	
11:45-12:00	0	0	13	10	25	30	10	13	100	415
12:00-12:15	0	0	20	13	23	28	23	10	115	
12:15-12:30	0	0	15	15	20	23	20	13	105	
12:30-12:45	0	0	18	13	23	20	20	15	108	
12:45-13:00	0	0	15	10	28	30	28	10	120	448
13:00-13:15	0	0	23	13	30	38	20	10	133	
13:15-13:30	0	0	10	15	38	28	23	13	125	
13:30-13:45	0	0	23	10	33	30	28	18	140	
13:45-14:00	0	0	10	13	33	33	20	13	120	518
14:00-14:15	0	0	15	18	38	20	15	13	118	
14:15-14:30	0	0	13	13	20	23	10	18	95	
14:30-14:45	0	0	8	10	23	18	10	10	78	
14:45-15:00	0	0	15	15	20	20	8	10	88	378
15:00-15:15	0	0	13	13	23	18	13	23	100	
15:15-15:30	0	0	5	10	13	20	10	8	65	
15:30-15:45	0	0	8	10	10	18	8	10	63	
15:45-16:00	0	0	10	8	8	20	5	13	63	290
16:00-16:15	0	0	8	20	18	15	8	8	75	
16:15-16:30	0	0	13	13	13	18	10	10	75	
16:30-16:45	0	0	10	15	10	13	8	15	70	
16:45-17:00	0	0	8	18	23	10	10	8	75	295
17:00-17:15	0	0	13	20	20	13	15	15	95	
17:15-17:30	0	0	15	18	13	15	15	18	93	
17:30-17:45	0	0	10	15	15	18	10	18	85	
17:45-18:00	0	0	13	13	10	5	10	18	68	340
18:00-18:15	0	0	8	10	15	5	13	15	65	
18:15-18:30	0	0	10	8	23	13	13	18	83	
18:30-18:45	0	0	13	10	13	10	15	15	75	
18:45-19:00	0	0	15	13	10	8	8	15	68	290
19:00-19:15	0	0	10	10	20	23	10	13	85	
19:15-19:30	0	0	8	13	18	5	13	15	70	
19:30-19:45	0	0	10	15	10	8	5	18	65	
19:45-20:00	0	0	8	18	13	10	13	20	80	300
DIA	0	0	603	615	968	1035	685	668		4573
H.P A.M	0	0	13	5	13	38	18	38		
H.P MD	0	0	133	100	225	228	180	100		
H.P PM	0	0	80	95	120	80	88	128		

Fuente: Elaboración propia



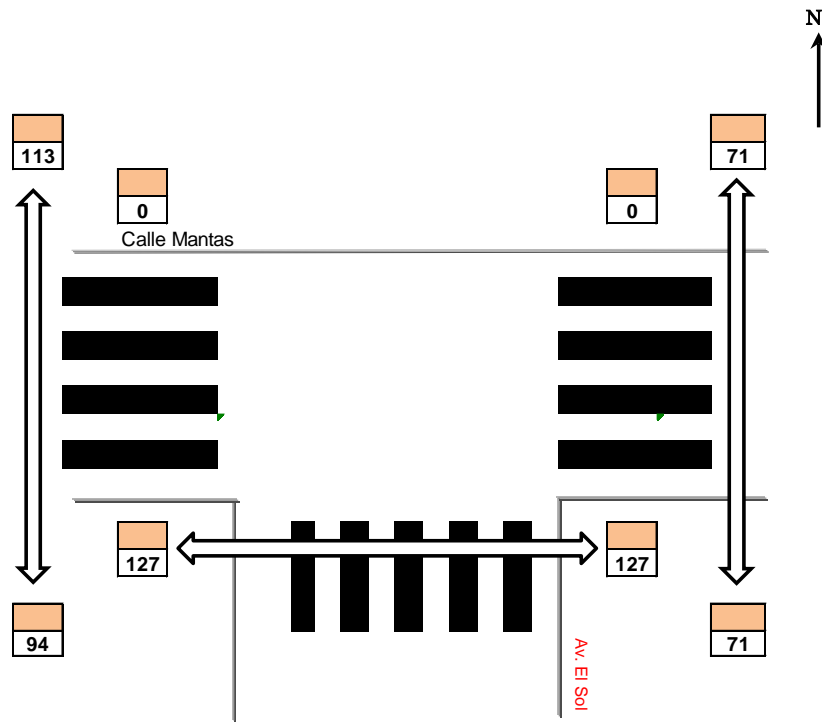
Tabla N° 39. Aforo peatonal Av. El sol - Av. Tullumayo - Av. Regional

AFORO PEATONAL											
TESIS:		“ANÁLISIS DEL IMPACTO VIAL GENERADO POR EL REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA AV. SOL, COMO EJE PREFERENTEMENTE PEATONAL Y CICLISTA, PROVINCIA DEL CUSCO”									
INTERSECCION:		Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional									
FECHA:		03 de agosto del 2022									
DIA :		Miercoles									
APROXIMACION N-S:		Av. El Sol									
HORAS DE CONTROL	PEATONES								X 1/4 HORA	SUMA HORARIA	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
7:00-7:15	5	7	10	5	5	6	7	9	52		
7:15-7:30	7	9	12	14	5	6	10	11	73		
7:30-7:45	10	12	14	10	12	17	14	17	106		
7:45-8:00	7	9	17	19	10	12	26	29	129	361	
8:00-8:15	5	6	19	31	26	38	34	40	200		
8:15-8:30	7	9	22	38	34	44	34	37	224		
8:30-8:45	26	32	26	65	34	49	41	49	321		
8:45-9:00	36	43	34	60	50	66	55	61	405	1149	
9:00-9:15	26	32	36	60	60	87	60	72	433		
9:15-9:30	29	35	34	77	50	66	55	61	406		
9:30-9:45	31	37	38	103	62	90	82	98	543		
9:45-10:00	38	46	50	108	74	97	77	84	575	1957	
10:00-10:15	46	55	55	86	77	111	60	72	562		
10:15-10:30	58	69	62	67	89	115	86	95	642		
10:30-10:45	50	60	41	86	82	118	103	124	665		
10:45-11:00	60	72	65	77	84	109	106	116	689	2558	
11:00-11:15	77	92	67	91	98	143	130	156	854		
11:15-11:30	84	101	58	103	113	147	125	137	867		
11:30-11:45	89	107	84	113	108	157	130	156	942		
11:45-12:00	77	92	89	110	110	144	103	114	839	3501	
12:00-12:15	86	104	103	103	115	167	103	124	906		
12:15-12:30	108	130	127	113	125	162	108	119	991		
12:30-12:45	101	121	139	101	134	195	137	164	1092		
12:45-13:00	130	156	154	91	163	212	137	150	1193	4182	
13:00-13:15	103	124	161	98	156	226	130	156	1154		
13:15-13:30	110	132	149	103	127	165	125	137	1050		
13:30-13:45	91	109	175	89	127	184	115	138	1030		
13:45-14:00	84	101	113	86	127	165	125	137	939	4171	
14:00-14:15	74	89	86	86	137	198	113	135	920		
14:15-14:30	77	92	110	89	108	140	113	124	853		
14:30-14:45	74	89	101	110	101	146	86	104	812		
14:45-15:00	55	66	106	108	110	144	91	100	780	3366	
15:00-15:15	65	78	115	94	91	132	79	95	749		
15:15-15:30	62	75	62	103	103	134	77	84	702		
15:30-15:45	77	92	103	110	103	150	89	107	831		
15:45-16:00	67	81	113	115	130	168	86	95	855	3137	
16:00-16:15	55	66	130	103	137	198	67	81	837		
16:15-16:30	53	63	113	110	137	178	67	74	795		
16:30-16:45	60	72	82	103	103	150	65	78	712		
16:45-17:00	55	66	84	91	139	181	62	69	748	3092	
17:00-17:15	77	92	55	86	110	160	53	63	697		
17:15-17:30	65	78	50	91	103	134	62	69	653		
17:30-17:45	89	107	58	89	130	188	67	81	807		
17:45-18:00	77	92	50	70	125	162	86	95	757	2914	
18:00-18:15	82	98	46	86	110	160	65	65	712		
18:15-18:30	86	104	60	74	130	168	84	62	769		
18:30-18:45	58	69	58	77	101	146	77	60	645		
18:45-19:00	77	92	65	79	137	178	86	60	774	2899	
19:00-19:15	58	69	67	89	103	150	65	70	670		
19:15-19:30	58	69	55	82	130	168	67	65	694		
19:30-19:45	62	75	62	77	137	198	62	58	732		
19:45-20:00	65	78	74	77	103	134	60	65	656	2751	
DIA	3209	3852	3859	4310	5076	6967	4147	4619		36039	
H.P A.M	29	36	53	48	31	42	58	66			
H.P MD	814	976	1121	785	1075	1478	979	1126			
H.P PM	545	654	487	641	950	1303	566	504			

Fuente: Elaboración propia

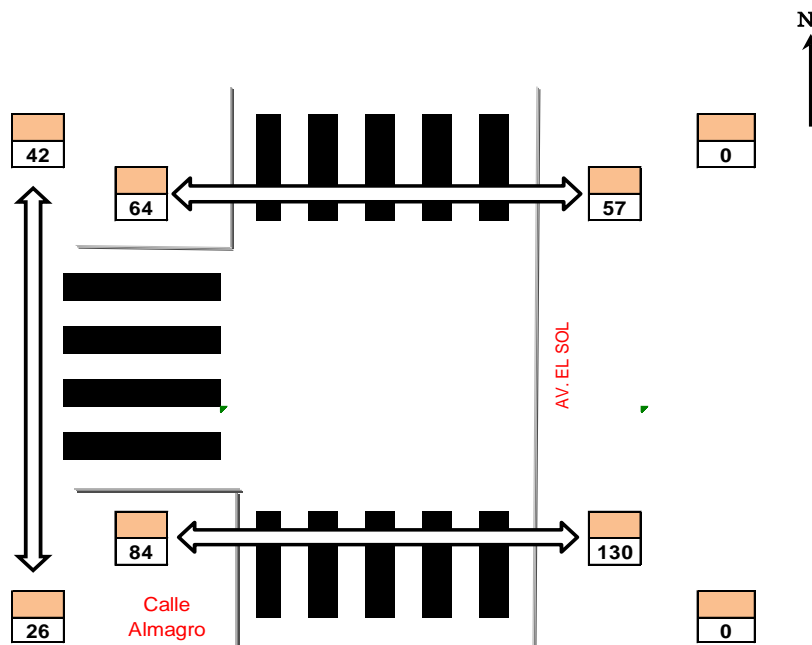


Figura N° 104. Codificación peatonal Av. El Sol – Calle Mantas



Fuente: Elaboración propia

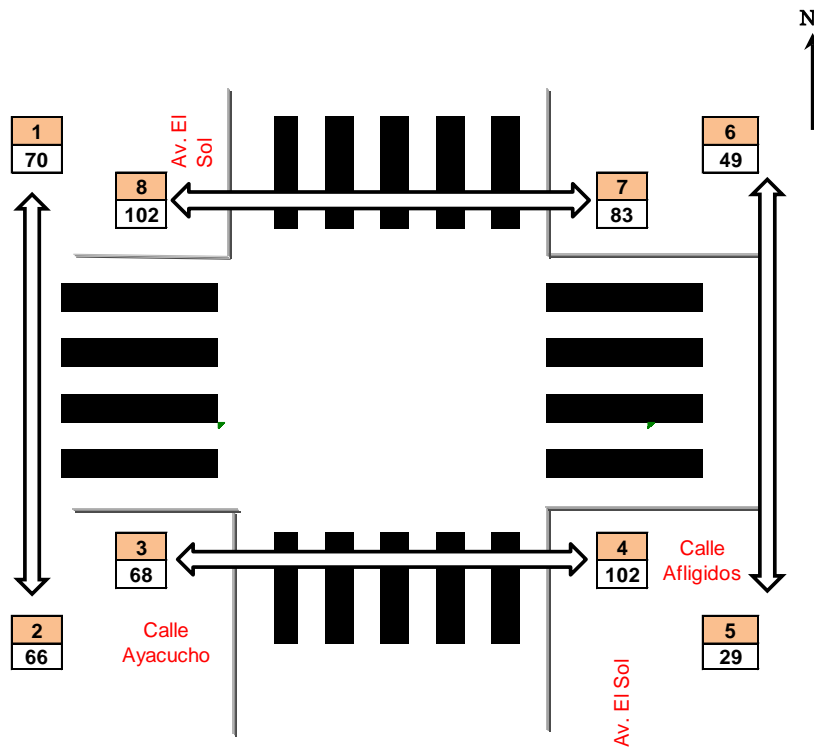
Figura N° 105. Codificación peatonal Av. El Sol – Calle Almagro



Fuente: Elaboración propia

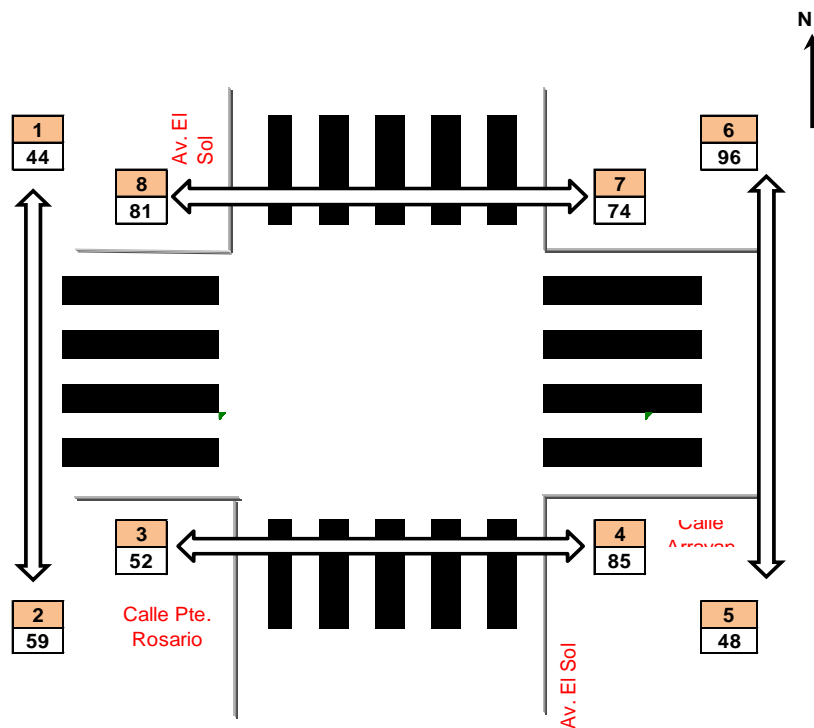


Figura N° 106. Codificación peatonal Av. El sol - Calle Ayacucho - Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia

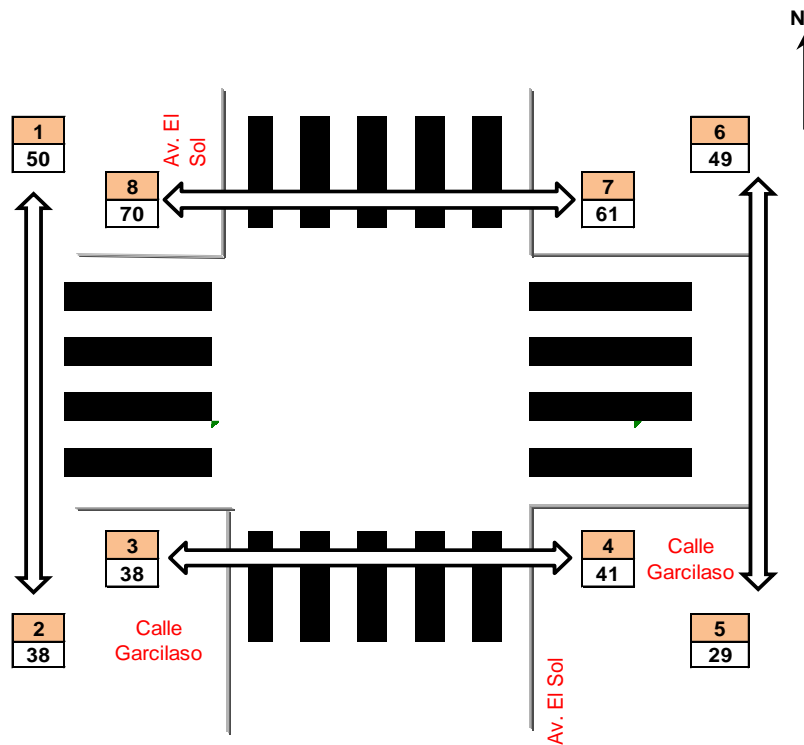
Figura N° 107. Codificación peatonal Av. El sol - Calle puente rosario - Calle Arrayan



Fuente: Elaboración propia

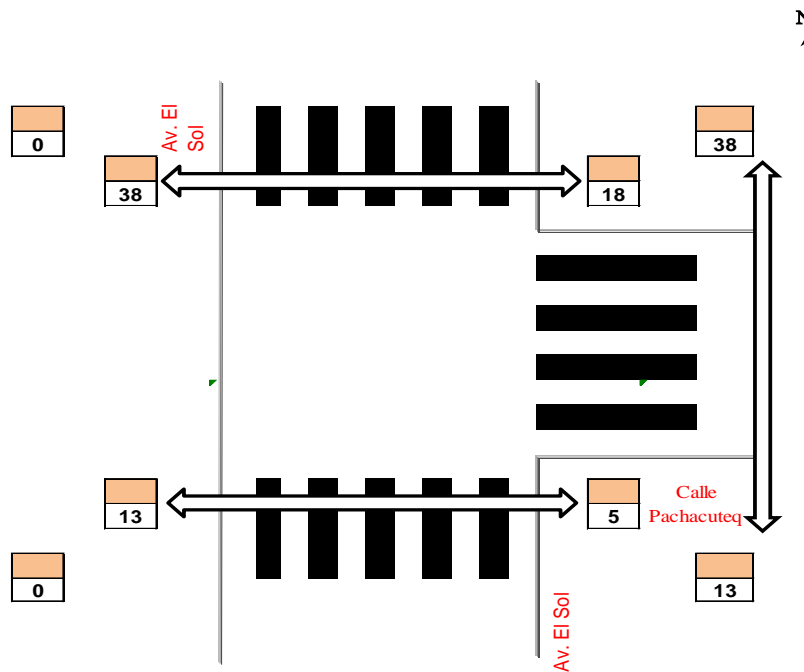


Figura N° 108. Codificación peatonal Av. El sol - Calle Garcilaso



Fuente: Elaboración propia

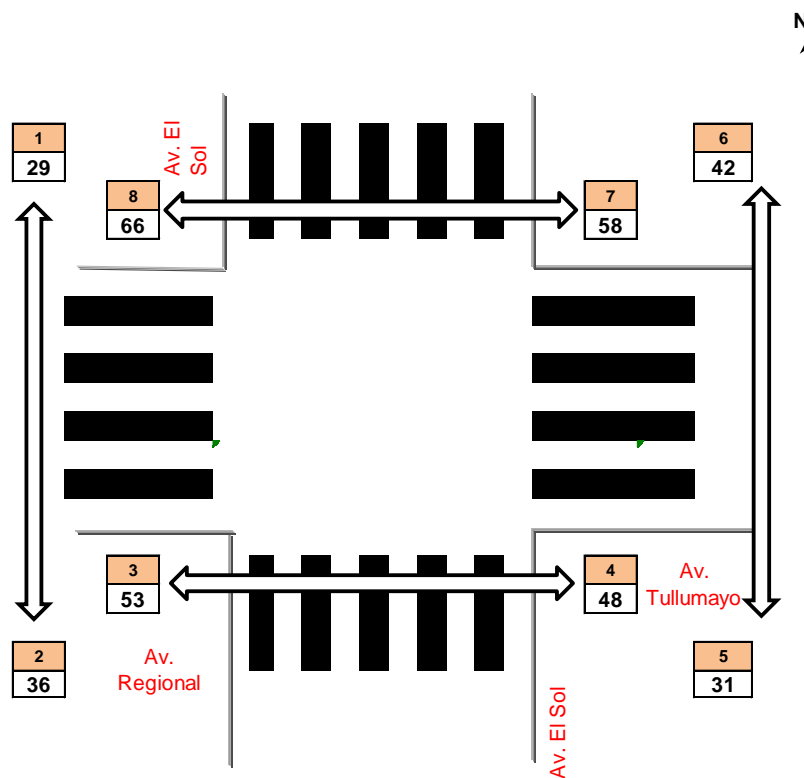
Figura N° 109. Codificación peatonal Av. El sol - Calle Pachacutecq



Fuente: Elaboración propia



Figura N° 110. Codificación peatonal Av., El sol - Av. Regional - Calle Tullumayo



Fuente: Elaboración propia

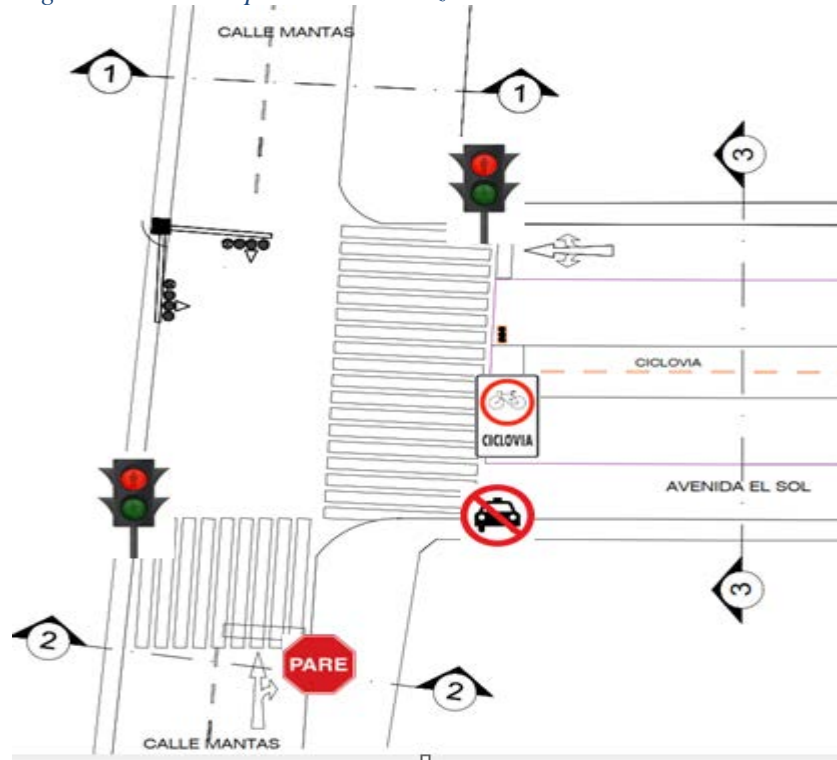
3.5.12. Señalización

La propuesta de rediseño de la sección transversal como eje preferentemente peatonal y ciclista conlleva el uso de señales de tránsito para poder restringir el tránsito a los autos colectivos o también llamados taxis, con lo cual se plantea que la Av. El sol sea restringa el tránsito de estos vehículos, disminuyendo su cantidad.

Este planteamiento de señalización también conlleva la regulación por parte de los órganos de gobierno con lo que se debe realizar a través de la Municipalidad Provincial del Cusco que tiene a su cargo la regulación del tránsito en la ciudad.

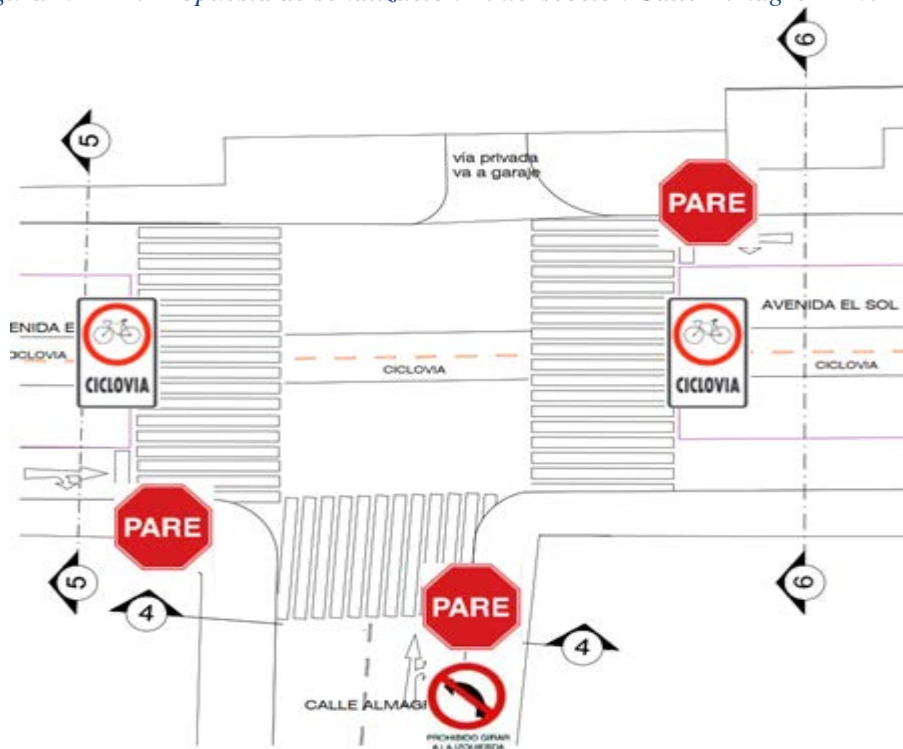


Figura N° 111. Propuesta de señalización - Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

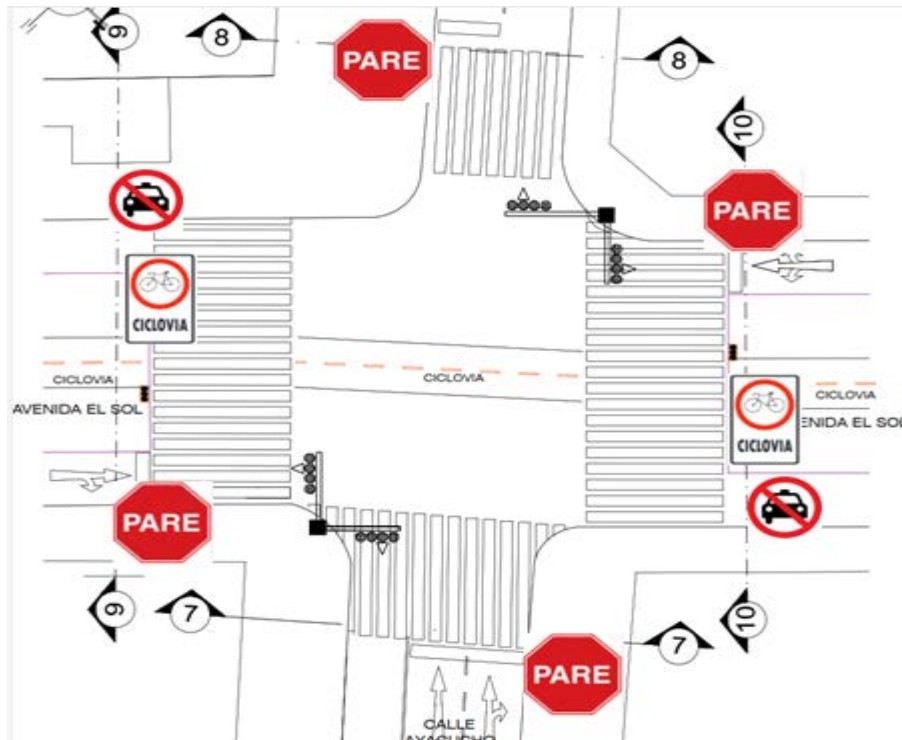
Figura N° 112. Propuesta de señalización - intersección Calle Almagro – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

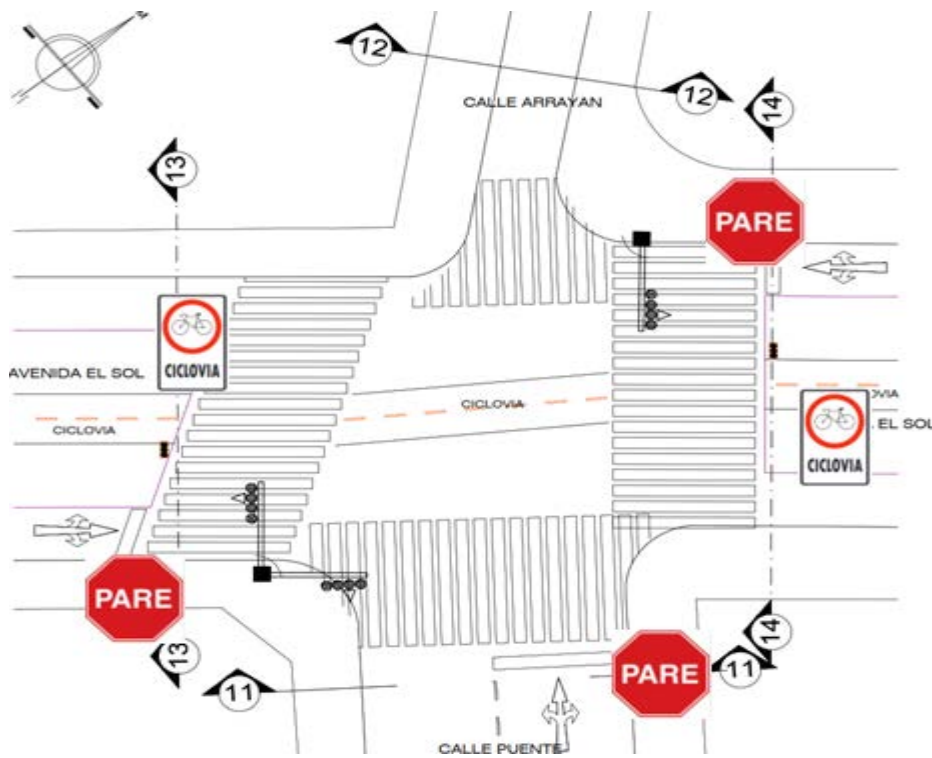


Figura N° 113. Propuesta de señalización - intersección Av. El Sol - Calle Ayacucho – Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

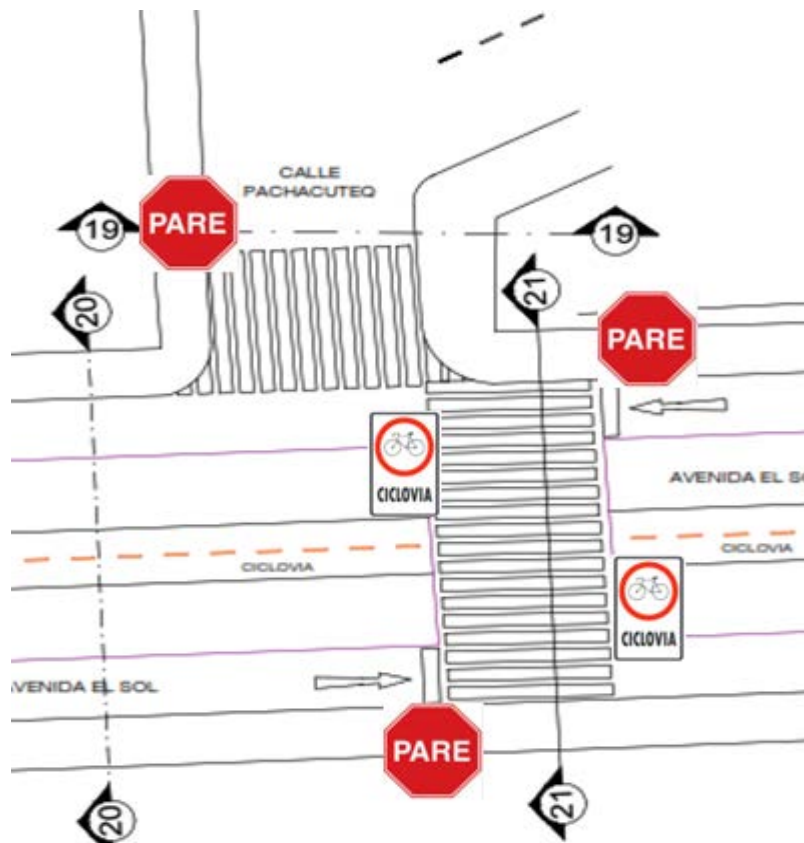
Figura N° 114. Propuesta de señalización - intersección Av. El Sol – Calle Pte Rosario – Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

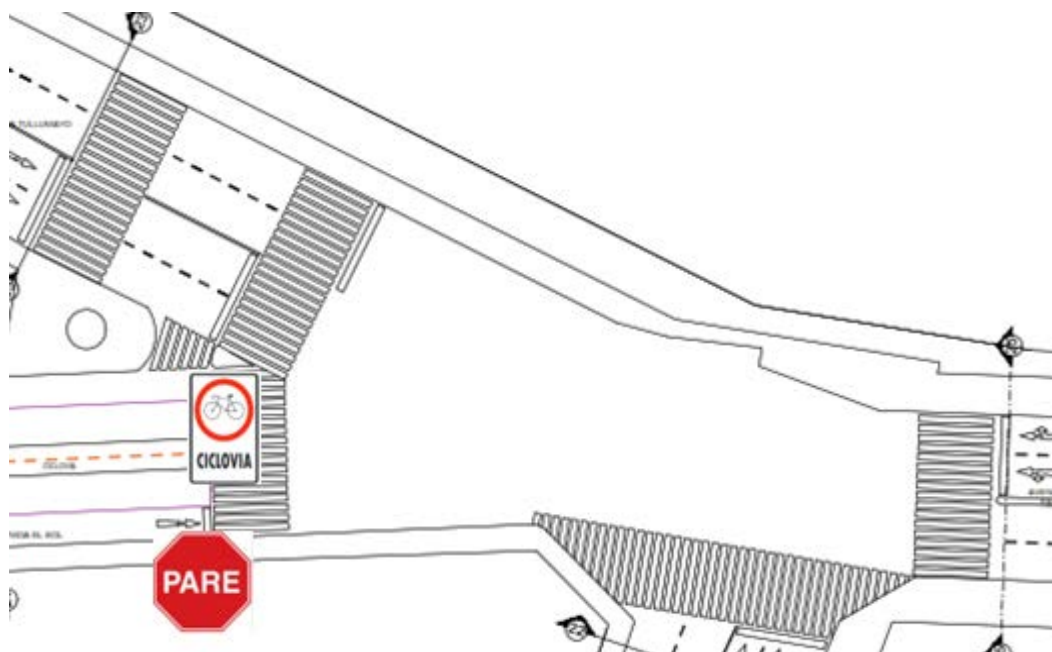


Figura N° 115. Propuesta de señalización - intersección Calle Pachacutecq – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 116. Propuesta de señalización - intersección Av. El Sol. – Av. Tullumayo – Av. Regional



Fuente: Elaboración propia.



3.5.13. Tránsito a futuro

La proyección del tráfico futuro en cada intersección se basó en información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), que corresponde a los últimos censos nacionales, y se proyectó para un periodo de 20 años; Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n	=	Tránsito proyectado al año en vehículo por día
T_0	=	Tránsito actual (año base) en vehículo por día
n	=	año futuro de proyección
r	=	tasa anual de crecimiento de tránsito

- Tasa de Crecimiento:

r_{vp}	=	1.02	Tasa de Crecimiento Anual de la Población
r_{vc}	=	3.40	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Fuente: (INEI, 2022)



3.5.13.1. Proyección de tráfico datos actuales

Tabla N° 40. Proyección de tráfico - Intersección Av. El sol - Calle Mantas

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	461.0	562.0	0.0	0.0	0.0	0.0	351.0	428.0	51.0	62.0	363.0	446.0	1041.0	1266.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	281.4	342.0	0.0	0.0	0.0	0.0	314.9	382.0	0	0.0	319.4	388.0	640.19	777.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	120.6	147.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.02	25.0	50.96	62.0	0	0.0	274.37	333.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PICK UP	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	28.5	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.58	11.0	0	0.0	21.84	27.0	68.25	83.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	28.5	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	10.0	0	0.0	16.9	21.0	56.55	69.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	5.2	10.0	1.95	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 41. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Almagro

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042
	92.0	112.0	261.0	319.0	0.0	0.0	166.0	221.0	0.0	0.0	0.0	0.0	153.0	243.0	1037.0	1266.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	214.2	260.0	0.0	0.0	65.52	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.34	40.0	638	774.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	91.8	112.0	0	0.0	0.0	0.0	28.08	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.86	17.0	273.4	332.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PICK UP	0	0.0	22.8	28.0	0.0	0.0	29.9	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	28.0	105	128.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS	0	0.0	22.8	28.0	0.0	0.0	19.5	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.0	12.6	16.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	22.1	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.4	148.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	1.2	3.0	0.0	0.0	1.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	8.0	8.4	16.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 42. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	51.0	81.0	412.0	523.0	0.0	0.0	83.0	126.0	485.0	717.0	12.0	95.0	0.0	0.0	2052.0	2589.0	71.0	88.0	26.0	33.0	344.0	555.0	72.0	89.0
AUTOS COLECTIVO	15.8	20.0	231.3	281.0	0.0	0.0	25.1	31.0	151.2	184.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1164.0	1412.0	30.6	38.0	11.2	14.0	72.8	89.0	33.6	41.0
AUTOS PARTICULAR	6.8	9.0	99.1	121.0	0.0	0.0	17.7	22.0	118.1	144.0	0.0	22.0	0.0	0.0	498.9	606.0	13.1	16.0	4.8	6.0	31.2	38.0	14.4	18.0
PICK UP	1.4	2.0	37.8	46.0	0.0	0.0	4.6	6.0	27.5	34.0	12.2	6.0	0.0	0.0	193.2	235.0	27.6	34.0	2.0	3.0	26.0	32.0	24.0	30.0
BUS	1.4	2.0	12.6	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.9	65.0	0.0	0.0	8.0	10.0	14.0	17.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	25.2	48.0	25.2	48.0	0.0	0.0	30.6	58.0	179.0	338.0	0.0	58.0	0.0	0.0	128.8	244.0	0.0	0.0	0.0	0.0	186.0	352.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0.0	0.0	5.6	11.0	0.0	0.0	4.6	9.0	7.7	15.0	0.0	9.0	0.0	0.0	13.8	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	27.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 43. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	66.0	87.0	969.0	1346.0	0.0	0.0	388.0	600.0	34.0	41.0	18.0	23.0	223.0	347.0	1686.0	2173.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	28.88	36.0	404.3	491.0	0.0	0.0	123.4	150.0	0.0	0.0	11.1	14.0	67.62	83.0	917.7	1114.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	12.38	16.0	173.3	211.0	0.0	0.0	52.87	65.0	0.0	0.0	4.8	6.0	28.98	36.0	393.3	478.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PICK UP	3.3	5.0	132	161.0	0.0	0.0	23.76	29.0	0.0	0.0	2.0	3.0	18.4	23.0	165.6	201.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS	18.15	23.0	11.55	15.0	0.0	0.0	0	0.0	33.7	41.0	0.0	0.0	0	0.0	23	28.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	240.9	455.0	0.0	0.0	166.3	314.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.9	187.0	186.3	352.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	3.3	7.0	6.6	13.0	0.0	0.0	21.78	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	18.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 44. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Calle Garcilaso

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	16.0	21.0	874.0	1158.0	322.0	535.0	81.0	100.0	827.0	1089.0	5.0	7.0	0.0	0.0	905.0	1143.0	5.0	6.0	23.0	29.0	1507.0	1990.0	720.0	921.0
AUTOS COLECTIVO	9.8	12.0	452.2	549.0	64.4	79.0	48.3	59.0	432.6	525.0	2.1	3.0	0	0.0	498.8	605.0	0	0.0	12.88	16.0	827.5	1004.0	439.5	534.0
AUTOS PARTICULAR	4.2	6.0	193.8	236.0	27.6	34.0	20.7	26.0	185.4	225.0	0.9	2.0	0	0.0	213.8	260.0	0	0.0	5.52	7.0	354.7	431.0	188.4	229.0
PICK UP	0	0.0	60	73.0	12.0	15.0	10.5	13.0	33.0	41.0	1.5	2.0	0	0.0	105	128.0	4.5	6.0	4.6	6.0	87.4	107.0	25.3	31.0
BUS	2	3.0	28	34.0	8.0	10.0	1.5	2.0	51.0	62.0	0.0	0.0	0	0.0	22.5	28.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	130	246.0	208.0	393.0	0	0.0	108.0	204.0	0.0	0.0	0	0.0	54	102.0	0	0.0	0	0.0	234.6	443.0	64.4	122.0
CAMION LIGERO	0	0.0	8	16.0	0.0	0.0	0	0.0	16.5	32.0	0.0	0.0	0	0.0	10.5	20.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	2	4.0	2.0	4.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2.3	5.0	2.3	5.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 45. Proyección de tráfico - Intersección número 6 Av. El Sol – Calle Pachacutecq

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	0.0	0.0	729.0	959.0	56.0	87.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	815.0	1038.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	254.0	312.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	394.4	479.0	10.1	13.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	452.6	549.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	63.0	77.0
AUTOS PARTICULAR	0	0.0	169	205.0	4.3	6.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	194	236.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	157.5	192.0
PICK UP	0	0.0	43.2	53.0	10.8	14.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	75	91.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	27.0	33.0
BUS	0	0.0	16.2	20.0	7.2	9.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	22.5	28.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	97.2	184.0	21.6	41.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	60	114.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	7.2	14.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	10.5	20.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	1.8	4.0	1.8	4.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 46. Proyección de tráfico - Intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	11.0	14.0	1614.0	2046.0	0.0	0.0	77.0	95.0	767.0	1032.0	0.0	0.0	76.0	95.0	958.0	1214.0	694.0	880.0	45.0	60.0	1176.0	1580.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	5.6	7.0	885.9	1075.0	0.0	0.0	46.41	57.0	386.8	470.0	0.0	0.0	36.96	45.0	523.2	635.0	374.2	454.0	18.326	23.0	634.9	770.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	2.4	3.0	379.7	461.0	0.0	0.0	19.89	25.0	165.8	202.0	0.0	0.0	15.84	20.0	224.2	272.0	160.4	195.0	7.854	10.0	272.1	330.0	0.0	0.0
PICK UP	0	0.0	155.2	189.0	0.0	0.0	10.2	13.0	37.4	46.0	0.0	0.0	18.15	23.0	82.5	101.0	66	81.0	14.96	19.0	37.4	46.0	0.0	0.0
BUS	3.2	4.0	70.4	86.0	0.0	0.0	0	0.0	32.3	40.0	0.0	0.0	4.95	7.0	56.93	70.0	40.43	50.0	0	0.0	9.4	12.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	97.6	185.0	0.0	0.0	0	0.0	124.1	235.0	0.0	0.0	0	0.0	66	125.0	52.8	100.0	0	0.0	196.4	371.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	22.4	43.0	0.0	0.0	0	0.0	20.4	39.0	0.0	0.0	0	0.0	3.3	7.0	0	0.0	3.74	8.0	15.0	29.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	3.2	7.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	1.65	4.0	0	0.0	0	0.0	11.2	22.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

3.5.13.2. Proyección de tráfico datos modificados

Tabla N° 47. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Mantas

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.0	167.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	46.0	51.0	62.0	44.0	58.0	352.0	429.0	201.0	245.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	120.6	147.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.02	25.0	50.96	62.0	0	0.0	225.05	273.0	152.0	185.0	0.0	0.0
PICK UP	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	10	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.58	11.0	0	0.0	21.84	27.0	68.25	83.0	37.0	45.0	0.0	0.0
BUS	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	10.0	0	0.0	16.9	21.0	56.55	69.0	12.0	15.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	5.2	10.0	1.95	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULAD	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 48. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Almagro

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	92.0	112.0	47.0	59.0	0.0	0.0	101.0	141.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0	203.0	399.0	492.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	91.8	112.0	0	0.0	0.0	0.0	28.1	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	17.0	273.4	332.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PICK UP	0	0.0	22.8	28.0	0.0	0.0	29.9	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	28.0	105.0	128.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS	0	0.0	22.8	28.0	0.0	0.0	19.5	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.0	12.6	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	22.1	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.4	148.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	1.2	3.0	0.0	0.0	1.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	8.0	8.4	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 49. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2042	AÑO 2042
	35.0	61.0	180.0	242.0	0.0	0.0	58.0	95.0	334.0	533.0	12.0	15.0	0.0	0.0	888.0	1177.0	41.0	50.0	15.0	19.0	271.0	466.0	38.0	48.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	6.78	9.0	99.12	121.0	0.0	0.0	17.75	22.0	118.1	144.0	0.0	0.0	0	0.0	498.9	606.0	13.11	16.0	4.8	6.0	31.2	38.0	14.4	18.0
PICK UP	1.4	2.0	37.8	46.0	0.0	0.0	4.59	6.0	27.5	34.0	12.2	15.0	0	0.0	193.2	235.0	27.6	34.0	2	3.0	26.0	32.0	24.0	30.0
BUS	1.4	2.0	12.6	16.0	0.0	0.0	0	0.0	1.5	2.0	0.0	0.0	0	0.0	52.9	65.0	0	0.0	8	10.0	14.0	17.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	25.2	48.0	25.2	48.0	0.0	0.0	30.6	58.0	179.0	338.0	0.0	0.0	0	0.0	128.8	244.0	0	0.0	0	0.0	186.0	352.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0	0.0	5.6	11.0	0.0	0.0	4.59	9.0	7.7	15.0	0.0	0.0	0	0.0	13.8	27.0	0	0.0	0	0.0	14.0	27.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 50. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042
	37.0	51.0	564.0	855.0	0.0	0.0	265.0	450.0	34.0	41.0	7.0	9.0	155.0	264.0	768.0	1059.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS COLECTIVO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	12.38	16.0	173.3	211.0	0.0	0.0	52.87	65.0	0.0	0.0	4.8	6.0	28.98	36.0	393.3	478.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PICK UP	3.3	5.0	132	161.0	0.0	0.0	23.76	29.0	0.0	0.0	2.0	3.0	18.4	23.0	165.6	201.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS	18.15	23.0	11.55	15.0	0.0	0.0	0	0.0	33.7	41.0	0.0	0.0	0	0.0	23	28.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0	0.0	240.9	455.0	0.0	0.0	166.3	314.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.9	187.0	186.3	352.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	3.3	7.0	6.6	13.0	0.0	0.0	21.78	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	18.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION ARTICULADO	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 51. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Garcilaso

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042
	2.0	3.0	228.0	373.0	230.0	422.0	33.0	41.0	394.0	564.0	2.0	4.0	0.0	0.0	406.0	538.0	5.0	6.0	10.0	13.0	679.0	986.0	280.0	387.0
AUTOS COLECTIVO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	26.0	185.4	225.0	0.9	2.0	0.0	0.0	213.8	260.0	0.0	0.0	5.5	7.0	354.7	431.0	188.4	229.0
PICK UP	0.0	0.0	60.0	73.0	12.0	15.0	10.5	13.0	33.0	41.0	1.5	2.0	0.0	0.0	105.0	128.0	4.5	6.0	4.6	6.0	87.4	107.0	25.3	31.0
BUS	2.0	3.0	28.0	34.0	8.0	10.0	1.5	2.0	51.0	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BUS TRANSPORTE	0.0	0.0	130.0	246.0	208.0	393.0	0.0	0.0	108.0	204.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.0	102.0	0.0	0.0	0.0	0.0	234.6	443.0	64.4	122.0
CAMION LIGERO	0.0	0.0	8.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0.0	0.0	2.0	4.0	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.0	2.3	5.0
CAMION ARTICULADO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 52. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Calle Pachacuteg

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32		
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	
	0.0	0.0	335.0	480.0	46.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	362.0	489.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	43.0	
AUTOS COLECTIVO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AUTOS PARTICULAR	0.0	0.0	169.0	205.0	4.3	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194.0	236.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PICK UP	0.0	0.0	43.2	53.0	10.8	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	91.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	33.0
BUS	0.0	0.0	16.2	20.0	7.2	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0
BUS TRANSPORTE	0.0	0.0	97.2	184.0	21.6	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	114.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION LIGERO	0.0	0.0	7.2	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAMION PESADO	0.0	0.0	1.8	4.0	1.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0
CAMION ARTICULAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 53. Proyección de tráfico - datos modificados - Intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

	10		11		12		40		41		42		20		21		22		30		31		32	
	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042	AÑO 2022	AÑO 2042
	6.00	7.00	728.00	971.00	0.00	0.00	30.00	38.00	380.00	562.00	0.00	0.00	39.00	50.00	435.00	579.00	320.00	426.00	27.00	37.00	541.00	810.00	0.00	0.00
AUTOS COLECTIVO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AUTOS PARTICULAR	2.40	3.00	379.68	461.00	0.00	0.00	19.89	25.00	165.75	202.00	0.00	0.00	15.84	20.00	224.24	272.00	160.38	195.00	7.85	10.00	272.09	330.00	0.00	0.00
PICK UP	0.00	0.00	155.20	189.00	0.00	0.00	10.20	13.00	37.40	46.00	0.00	0.00	18.15	23.00	82.50	101.00	66.00	81.00	14.96	19.00	37.40	46.00	0.00	0.00
BUS	3.20	4.00	70.40	86.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.30	40.00	0.00	0.00	4.95	7.00	56.93	70.00	40.43	50.00	0.00	0.00	9.35	12.00	0.00	0.00
BUS TRANSPORTE	0.00	0.00	97.60	185.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.10	235.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	125.00	52.80	100.00	0.00	0.00	196.35	371.00	0.00	0.00
CAMION LIGERO	0.00	0.00	22.40	43.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.40	39.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	7.00	0.00	0.00	3.74	8.00	14.96	29.00	0.00	0.00
CAMION PESADO	0.00	0.00	3.20	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.22	22.00	0.00	0.00
CAMION ARTICULAD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia



3.5.14. Factores para el cálculo de flujo de saturación

ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por vehículos pesados: fHB	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.80	0.77	0.73	0.70
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	1104.66	1063.24	1008.00	966.58

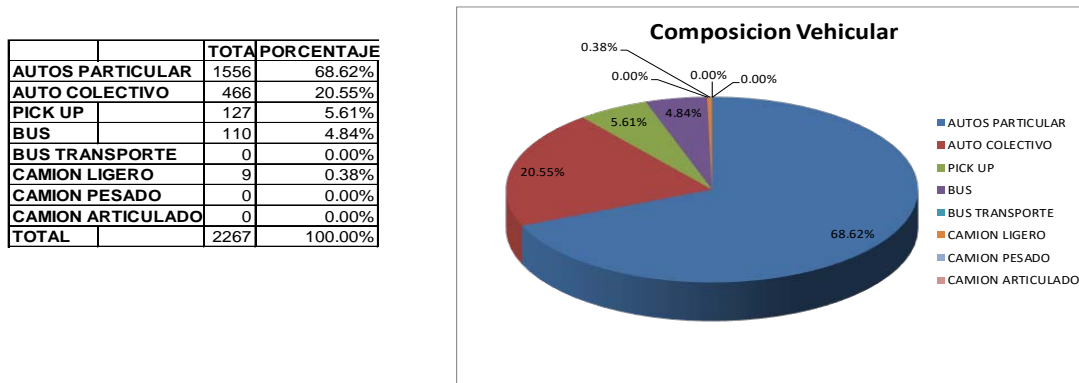
ACCESOS	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Factor de ajuste por ancho de carril: fw	1.00	1.00	1.00	1.00
Flujo de saturación base: So	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por vehículos pesados: fHB	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por pendiente de acceso: fg	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles: fp	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección: fbb	0.70	0.66	0.60	0.56
Factor de ajuste por tipo de área: fa	0.90	0.90	0.90	0.90
Factor de ajuste por utilización de carriles: fLU	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: fLT	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: fRT	0.85	0.85	0.85	0.85
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL GRUPO DE CARRILES	966.58	911.34	828.50	773.26

3.5. Procedimiento de análisis de datos

3.5.2. Composición vehicular situación actual

La composición vehicular del tránsito que circula en la hora de mayor demanda, los cuales son los siguiente:

Figura N° 117. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Mantas

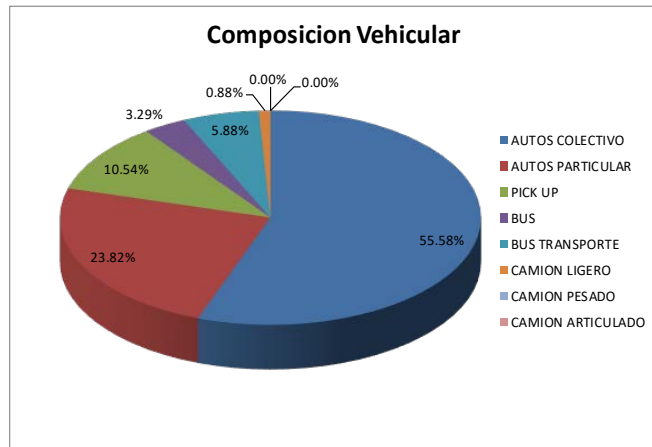


Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 118. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Almagro.

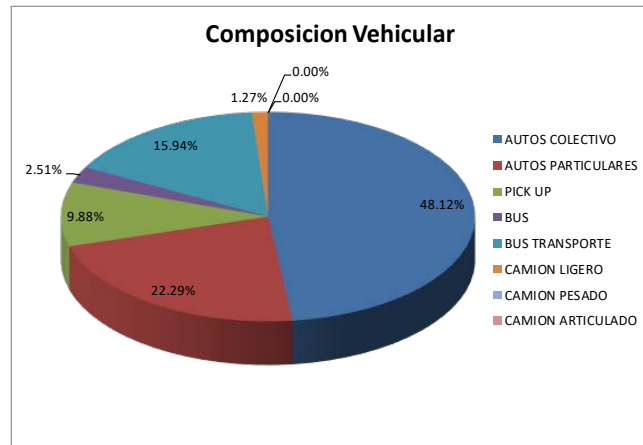
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	950	55.58%
AUTOS PARTICULAR	407	23.82%
PICK UP	180	10.54%
BUS	56	3.29%
BUS TRANSPORTE	101	5.88%
CAMION LIGERO	15	0.88%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULA	0	0.00%
TOTAL	1709	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 119. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

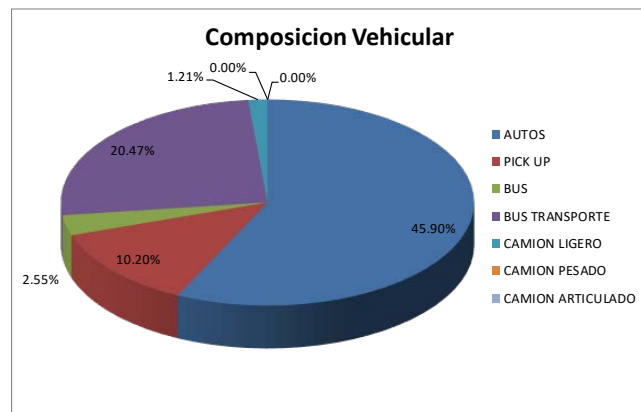
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	1736	48.12%
AUTOS PARTICULA	804	22.29%
PICK UP	356	9.88%
BUS	90	2.51%
BUS TRANSPORTE	575	15.94%
CAMION LIGERO	46	1.27%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULA	0	0.00%
TOTAL	3607	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 120. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan

	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS	1553	45.90%
PICK UP	345	10.20%
BUS	86	2.55%
BUS TRANSPORTE	692	20.47%
CAMION LIGERO	41	1.21%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	3383	100.00%

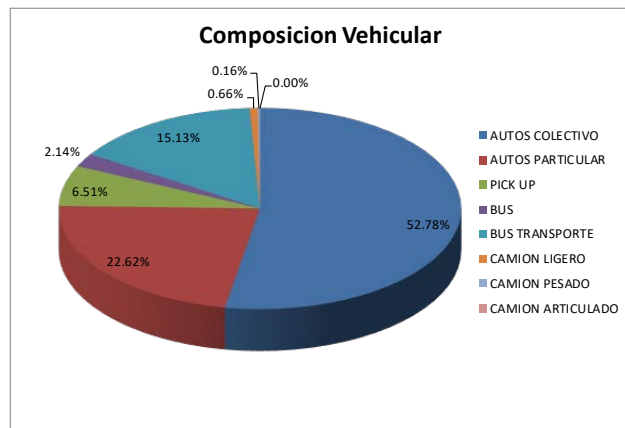


Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 121. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Garcilaso

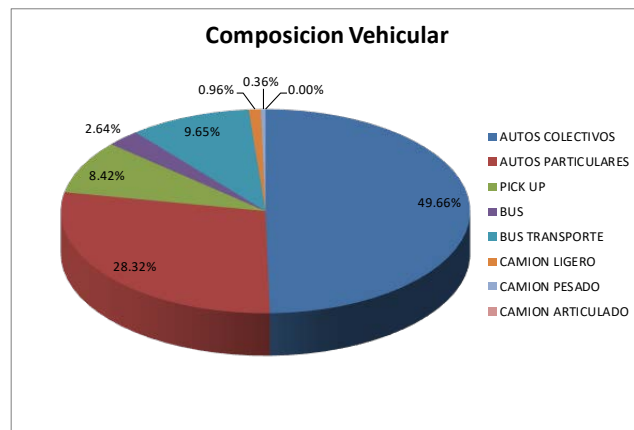
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	2788	52.78%
AUTOS PARTICULAR	1195	22.62%
PICK UP	344	6.51%
BUS	113	2.14%
BUS TRANSPORTE	799	15.13%
CAMION LIGERO	35	0.66%
CAMION PESADO	9	0.16%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	5282	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 122. Composición vehicular: Av. El Sol – Calle Pachacutec

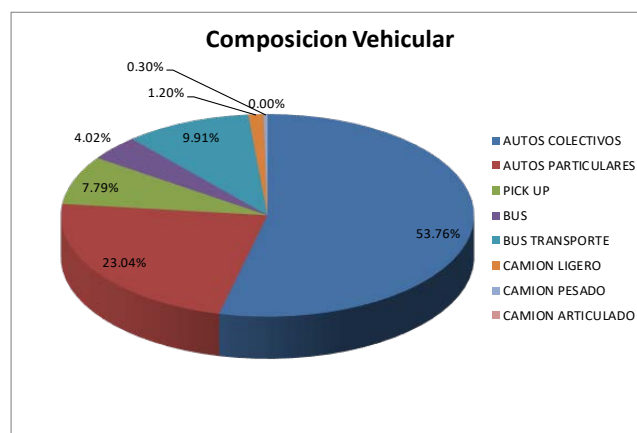
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVOS	920	49.66%
AUTOS PARTICULARES	525	28.32%
PICK UP	156	8.42%
BUS	49	2.64%
BUS TRANSPORTE	179	9.65%
CAMION LIGERO	18	0.96%
CAMION PESADO	7	0.36%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	1853	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 123. Composición vehicular: Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVOS	2912	53.76%
AUTOS PARTICULARES	1248	23.04%
PICK UP	422	7.79%
BUS	218	4.02%
BUS TRANSPORTE	537	9.91%
CAMION LIGERO	65	1.20%
CAMION PESADO	16	0.30%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	5417	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

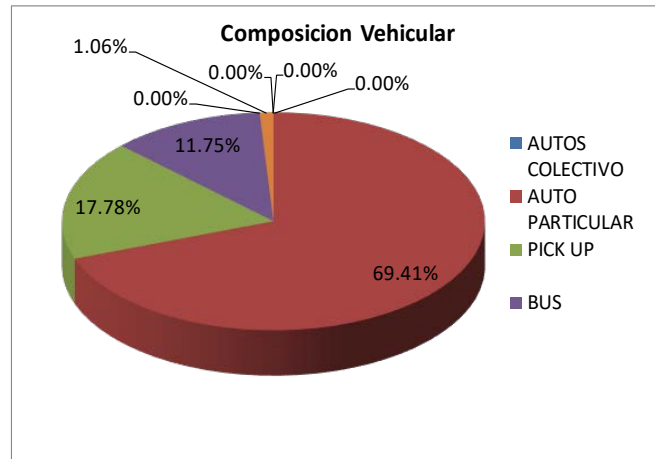


3.5.3. Composición vehicular modificado para el rediseño geométrico

El planteamiento de la propuesta de rediseño contempla la restricción de vehículos de autos colectivos que realiza el servicio de taxi, con lo que se tiene los siguientes datos:

Figura N° 124. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Mantas.

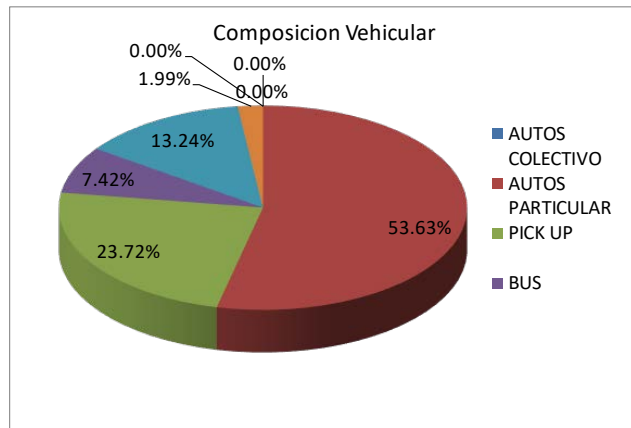
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	0	0.00%
AUTO PARTICULAR	569	69.41%
PICK UP	146	17.78%
BUS	96	11.75%
BUS TRANSPORTE	0	0.00%
CAMION LIGERO	9	1.06%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	819	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 125. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Almagro

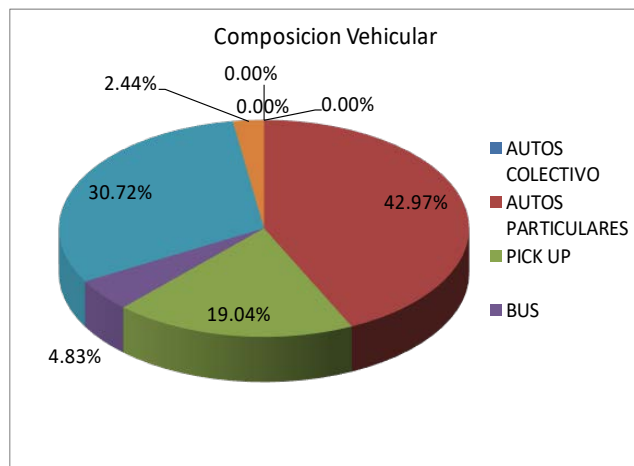
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	0	0.00%
AUTOS PARTICULAR	407	53.63%
PICK UP	180	23.72%
BUS	56	7.42%
BUS TRANSPORTE	101	13.24%
CAMION LIGERO	15	1.99%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	759	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 126. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos

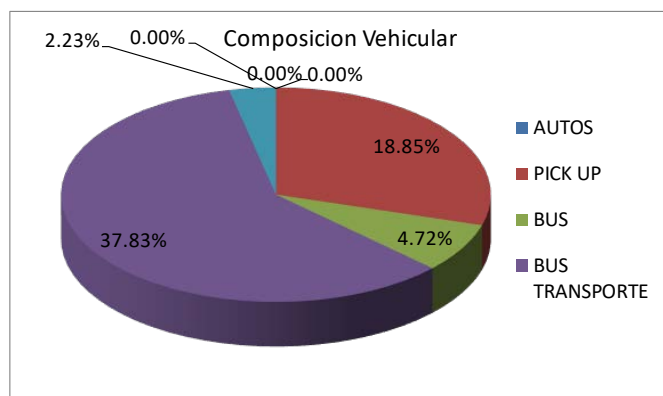
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	0	0.00%
AUTOS PARTICULAR	804	42.97%
PICK UP	356	19.04%
BUS	90	4.83%
BUS TRANSPORTE	575	30.72%
CAMION LIGERO	46	2.44%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULAD	0	0.00%
TOTAL	1871	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 127. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan

	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS	0	0.00%
PICK UP	345	18.85%
BUS	86	4.72%
BUS TRANSPORTE	692	37.83%
CAMION LIGERO	41	2.23%
CAMION PESADO	0	0.00%
CAMION ARTICULA	0	0.00%
TOTAL	1830	100.00%

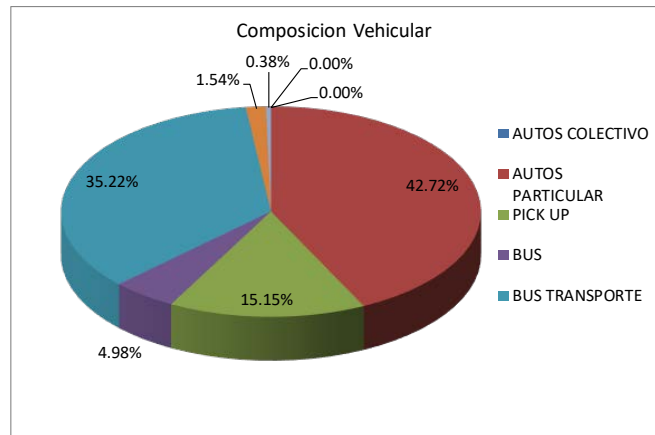


Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 128. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Garcilaso

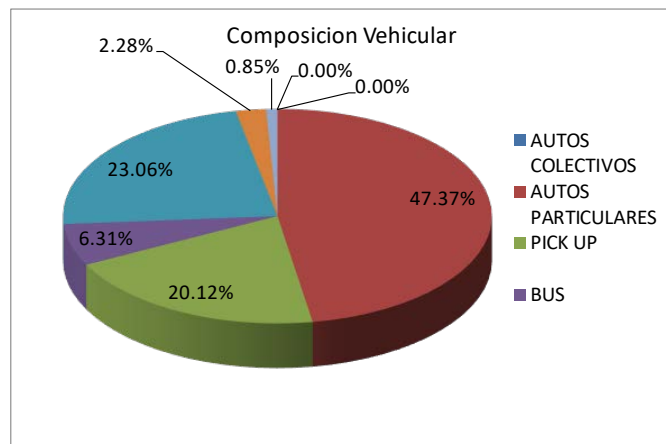
	TOTAL	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVO	0	0.00%
AUTOS PARTICULA	969	42.72%
PICK UP	344	15.15%
BUS	113	4.98%
BUS TRANSPORTE	799	35.22%
CAMION LIGERO	35	1.54%
CAMION PESADO	9	0.38%
CAMION ARTICULA	0	0.00%
TOTAL	2269	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 129. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Calle Pachacuteg

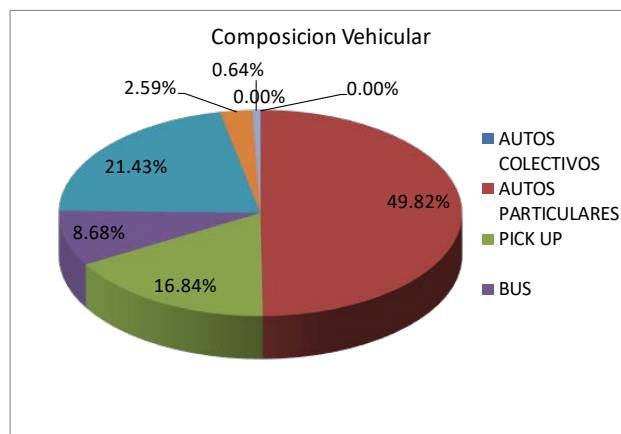
	TOTA	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVOS	0	0.00%
AUTOS PARTICULARES	367	47.37%
PICK UP	156	20.12%
BUS	49	6.31%
BUS TRANSPORTE	179	23.06%
CAMION LIGERO	18	2.28%
CAMION PESADO	7	0.85%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	775	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 130. Composición vehicular modificado: Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

	TOTA	PORCENTAJE
AUTOS COLECTIVOS	0	0.00%
AUTOS PARTICULARES	1248	49.82%
PICK UP	422	16.84%
BUS	218	8.68%
BUS TRANSPORTE	537	21.43%
CAMION LIGERO	65	2.59%
CAMION PESADO	16	0.64%
CAMION ARTICULADO	0	0.00%
TOTAL	2505	100.00%



Fuente: Elaboración propia.

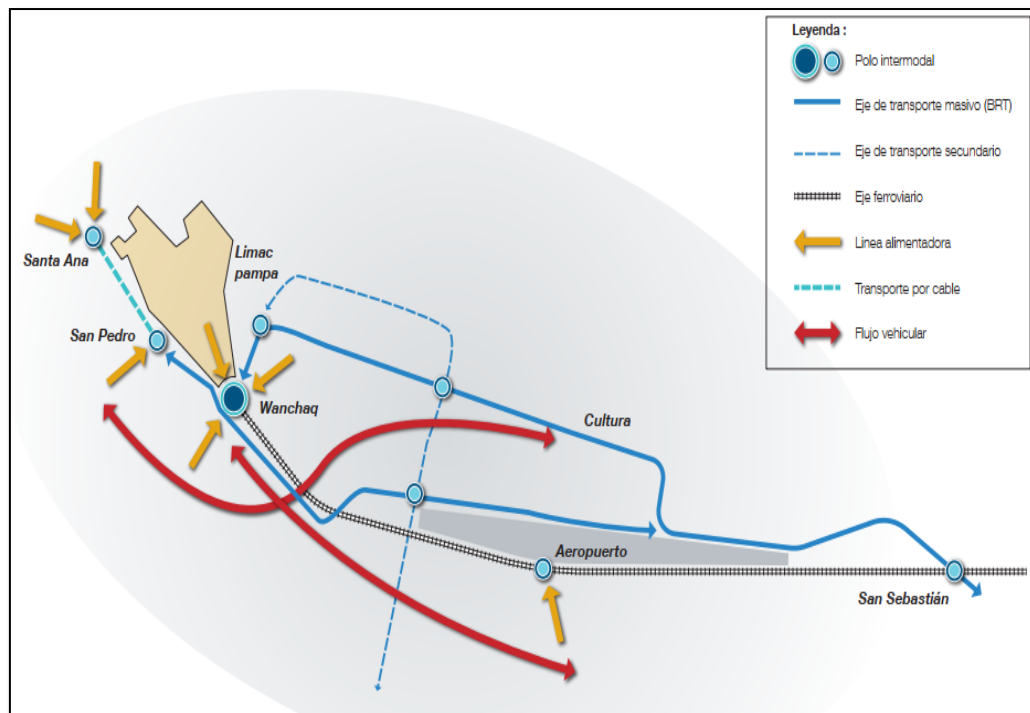
3.6. Planteamiento conceptual de la propuesta del rediseño

Para el planteamiento de una nueva propuesta del rediseño de la sección transversal, se realiza partiendo del concepto de movilidad multimodal para la Av. El Sol, en cual se prioriza la movilidad sostenible donde se da prioridad a los peatones y los ciclistas, se busca reducir los espacios para el transporte de taxis que circulan por dicha avenida, el planteamiento comienza con la verificación actual de la vía en la cual se cuenta con las medidas establecidas por lo que la propuesta de rediseño se plantea sobre esta coincidiendo con la estructura actual que conlleva el ancho de la vía y los edificios aledaños por lo que es necesario respetar estas medidas.

La ciclovía se plantea en la zona central de la vía la cual recorre la avenida de manera longitudinal con un ancho de 2.80 mts. el cual presenta 2 carriles, unos de subida y otro de bajada, siendo esta medida constante en toda su longitud con lo que se prioriza la movilidad de los ciclistas. El planteamiento de la propuesta sostenible se desarrolla alrededor de los siguientes objetivos:

- Prioridad a los ciclistas con la construcción de una ciclovía central.
- Prioridad a los peatones con el incremento de espacios en la vereda central.
- Reducción de espacios para los vehículos privados con la disminución carriles

Figura N° 131. Movilidad multimodal del Cusco

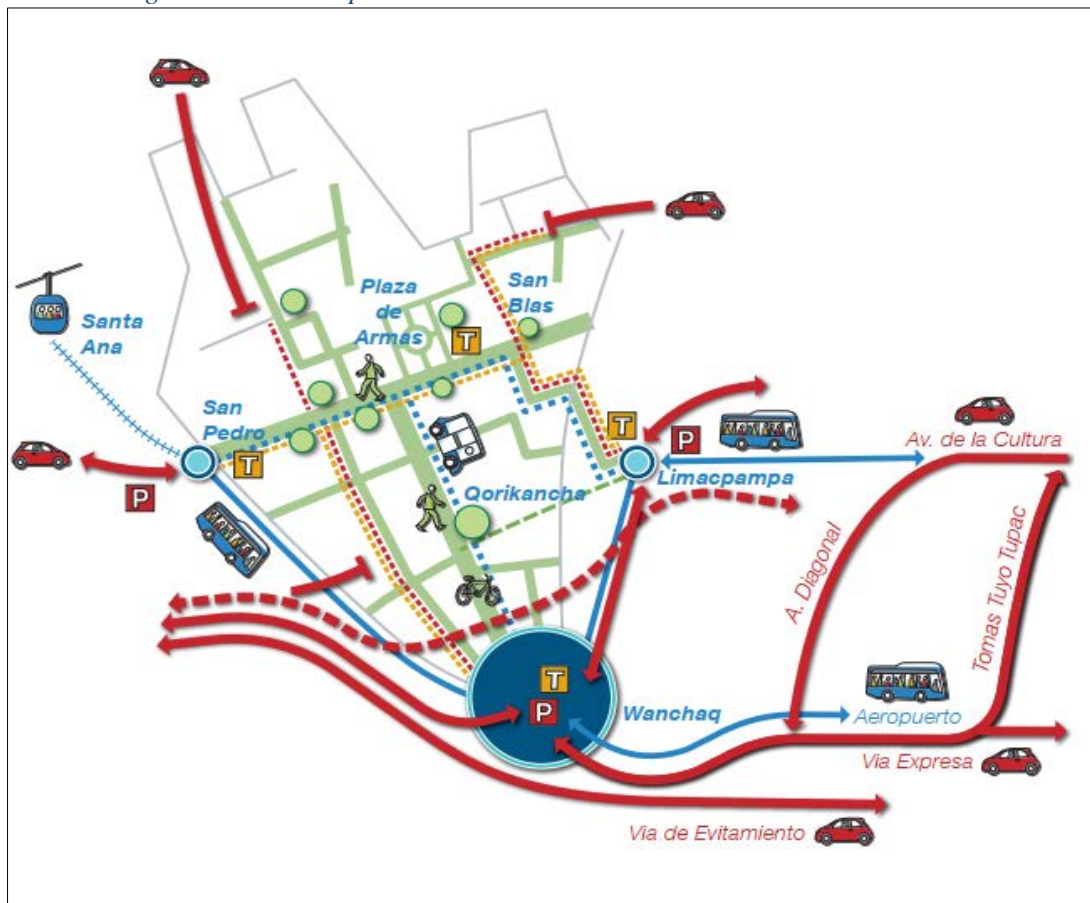


Fuente: Estudios operacionales de la ciudad del Cusco



El concepto multimodal para la el centro histórico de la Ciudad del Cusco parte por el polo intermodal en el distrito de Wanchaq al cual ingresa la líneas alimentadoras y transporte, además que se interconecta con otros polos de San Pedro, Santa Ana y Limacpampa, este tipo de transporte corresponde a una iniciativa gubernamental para mejorar el transporte en la ciudad, esta forma de transporte se encuentra de forma conceptual ya que hasta la fecha aún no se aplica, por lo que la presente investigación se plantea sobre esta base poniendo en énfasis la prioridad a la nuevas modalidades de transporte.

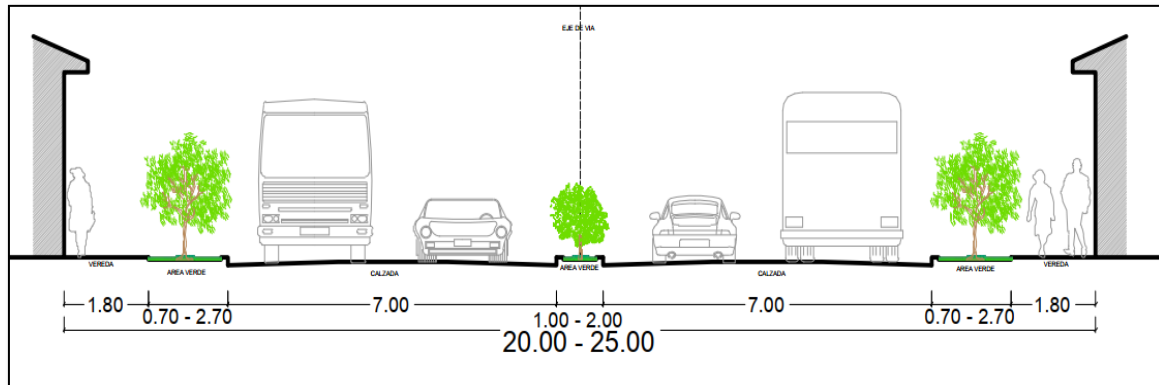
Figura N° 132. Propuesta de movilidad multimodal en el centro histórico



Fuente: Estudios operacionales de la ciudad del Cusco.

Para evaluar la propuesta de rediseño de la sección transversal de la Av. Sol, es necesario considerar la topografía actual y analizar los efectos de la modificación propuesta, incluyendo la reducción de capacidad para vehículos privados, en los niveles de servicio y demoras en toda la vía; en la siguiente figura se muestra la actual sección transversal de la vía en estudio siendo esta una sección general ya que a lo largo de la vía se producen cambios en las medidas actuales debido a la variación de las distancias pero la forma de la vía se mantiene a lo largo de toda su extensión.

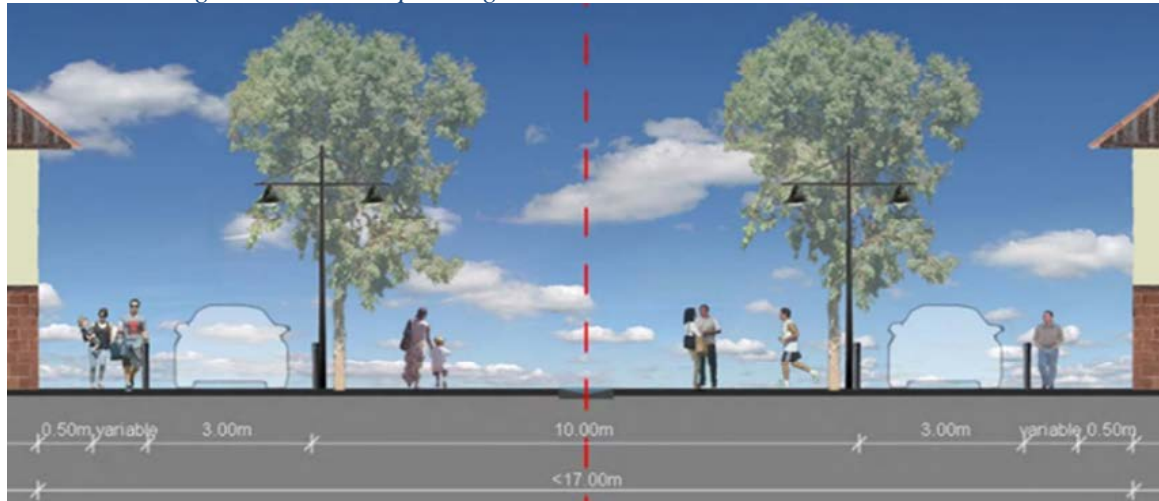
Figura N° 133. Sección transversal actual típica de la Av. Sol



Fuente: Estudios operacionales de la ciudad del Cusco.

A continuación de muestra el planteamiento de la propuesta de rediseño de la sección transversal donde se plantea una ciclovía en la berma central, se incrementa las áreas para la movilidad de los peatones y se reduce la cantidad de carriles en la vía, reduciendo así el transporte privado que ingresa hacia el centro histórico, las vías perpendiculares a la Avenida El Sol no sufren mayor modificación ya que estas sirven para conectar las vías colectoras que se encuentran a lo largo de la zona en estudio.

Figura N° 134. Propuesta general de sección transversal en la Av. Sol



Fuente: Plan de movilidad de la ciudad del Cusco

3.6.2. Cuestiones previas al rediseño geométrico

Para la aplicación del rediseño geométrico y la disminución del tránsito de vehículos colectivos o taxis se restringe el transporte de estos a través de la avenida El sol, con lo que se propone el uso de vías paralelas, con lo que con la aplicación de los dispositivos de control planteadas en las intersecciones, dotando así de confort y convirtiendo la avenida en un área donde se priorice la movilidad de peatones y ciclistas.

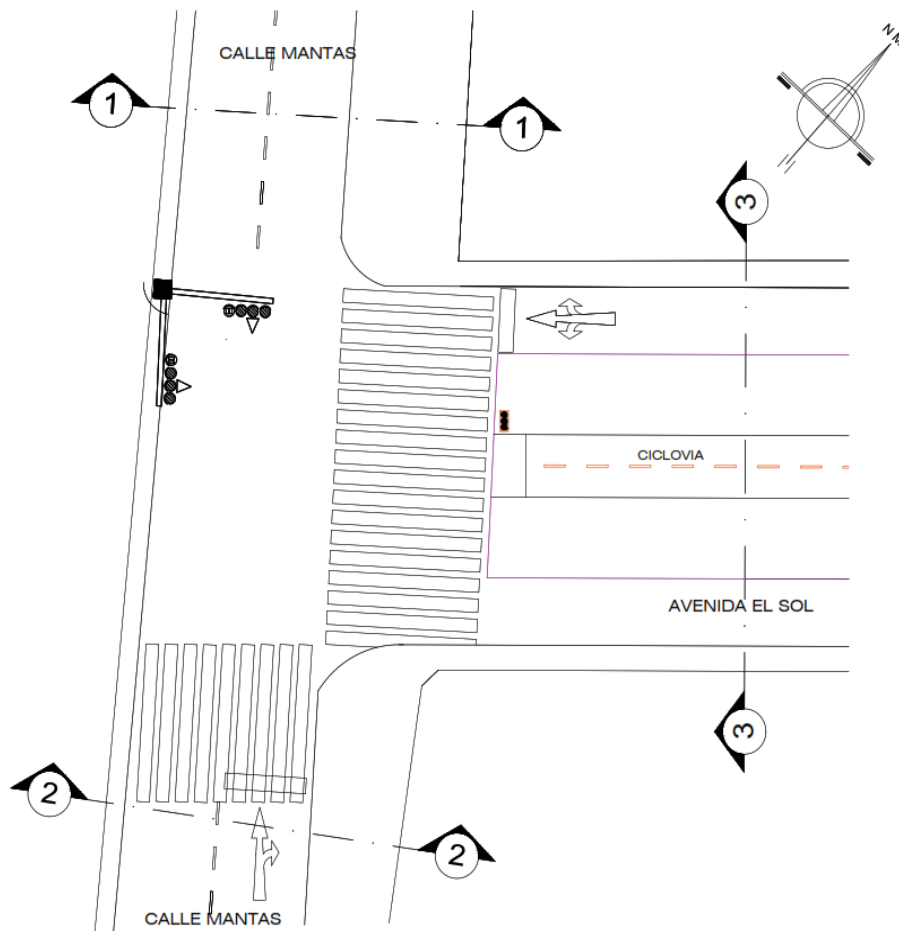


3.6.3. Propuesta del rediseño geométrico de la sección transversal

La propuesta geométrica comprende la ampliación de la berma central donde además está integrada la ciclovía reduciendo así los carriles tanto de subida como de bajada como se ve en el corte 3-3

Las intersecciones entre calle Mantas y Avenida El Sol se plantea la modificación de la sección transversal que se encuentra en la Av. El Sol

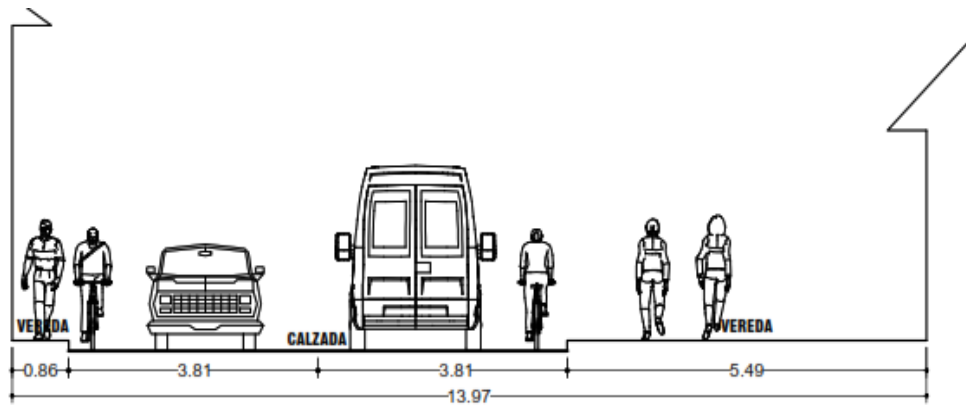
Figura N° 135. Propuesta de rediseño intersección Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

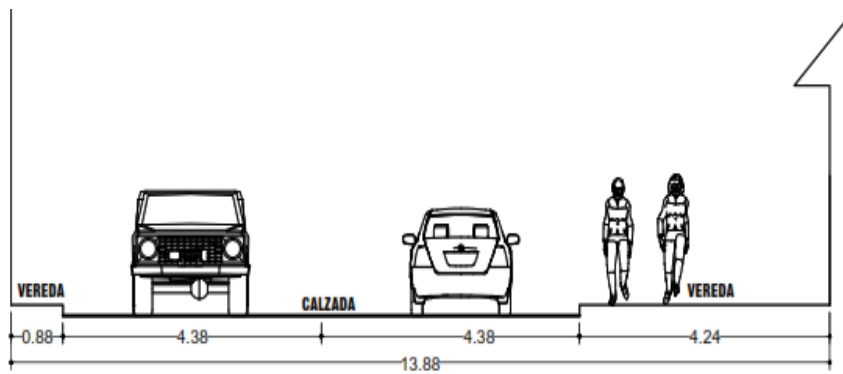


Figura N° 136. Propuesta de rediseño calle Mantas corte 1-1



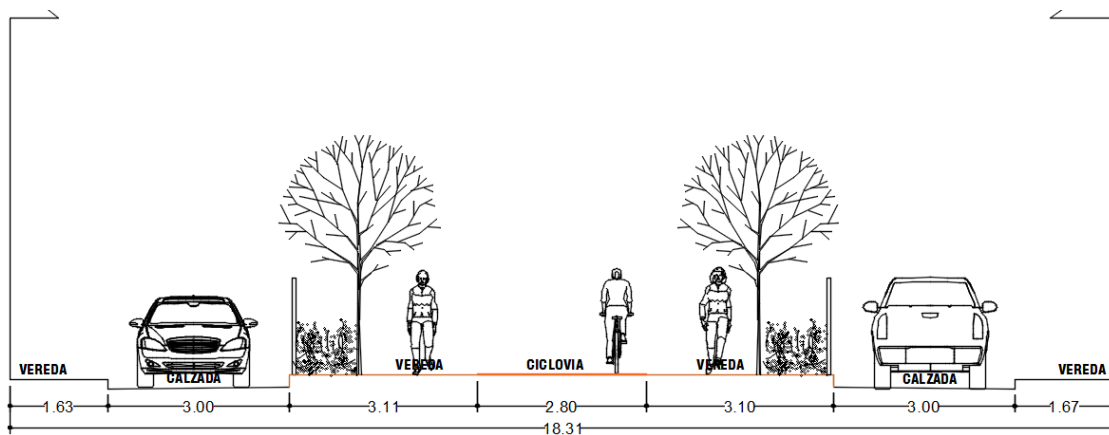
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 137. Propuesta de rediseño calle Mantas, corte 2-2



Fuente: Elaboración propia.

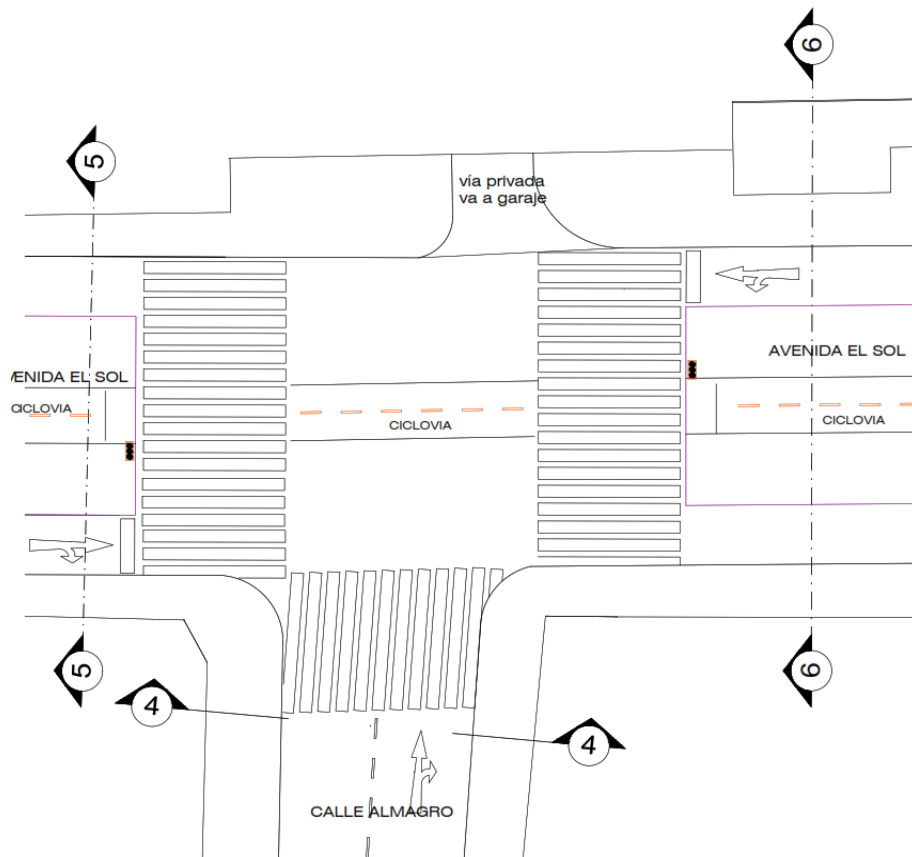
Figura N° 138. Propuesta de rediseño Av. El Sol, corte 3-3



Fuente: Elaboración propia.

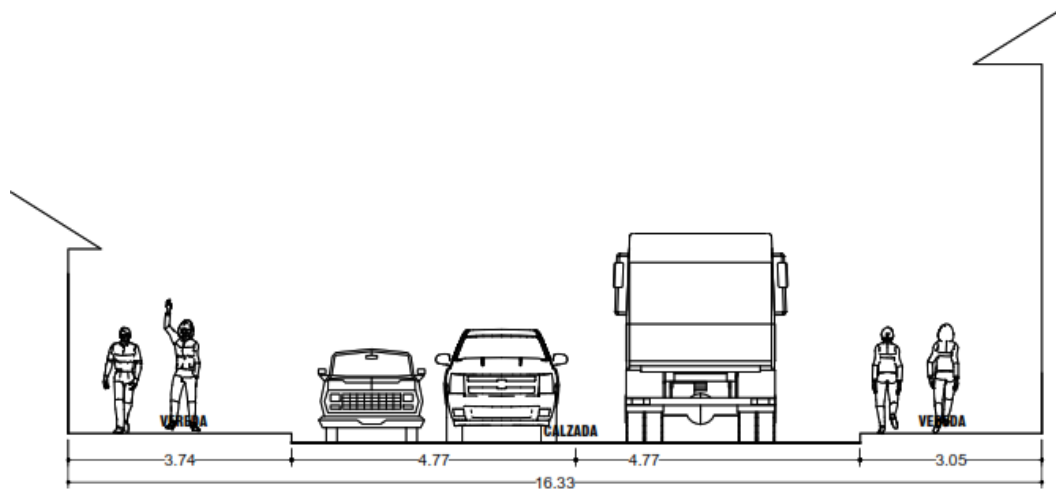


Figura N° 139. Propuesta de la intersección Calle Almagro – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

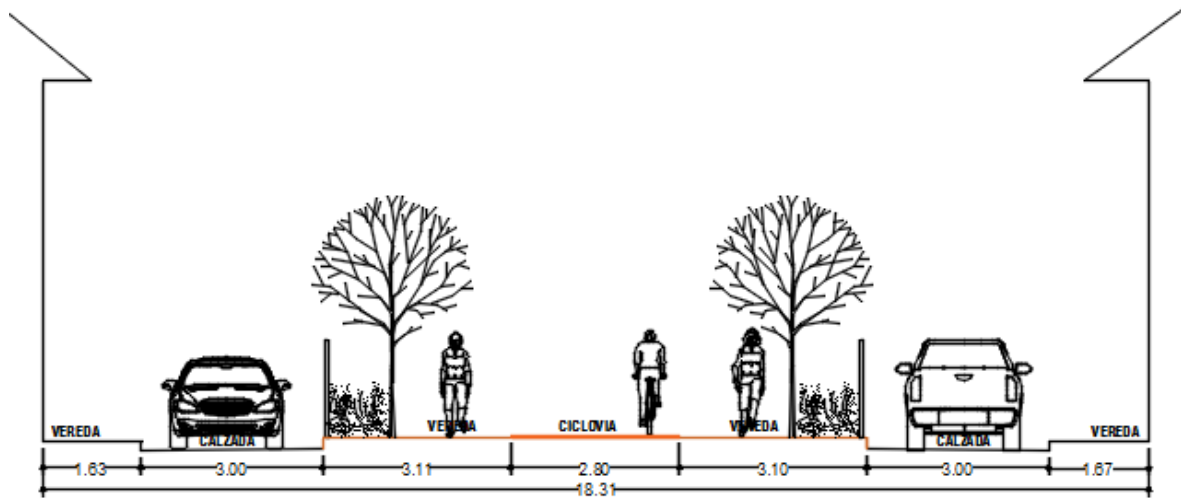
Figura N° 140. Propuesta de rediseño calle Almagro, corte 4-4



Fuente: Elaboración propia.

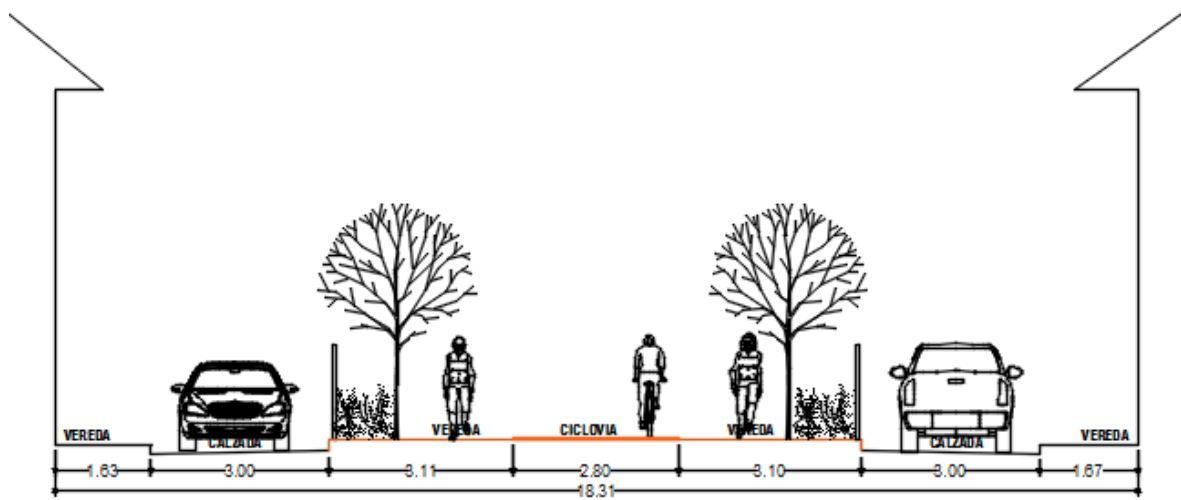


Figura N° 141. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 5-5



Fuente: Elaboración propia.

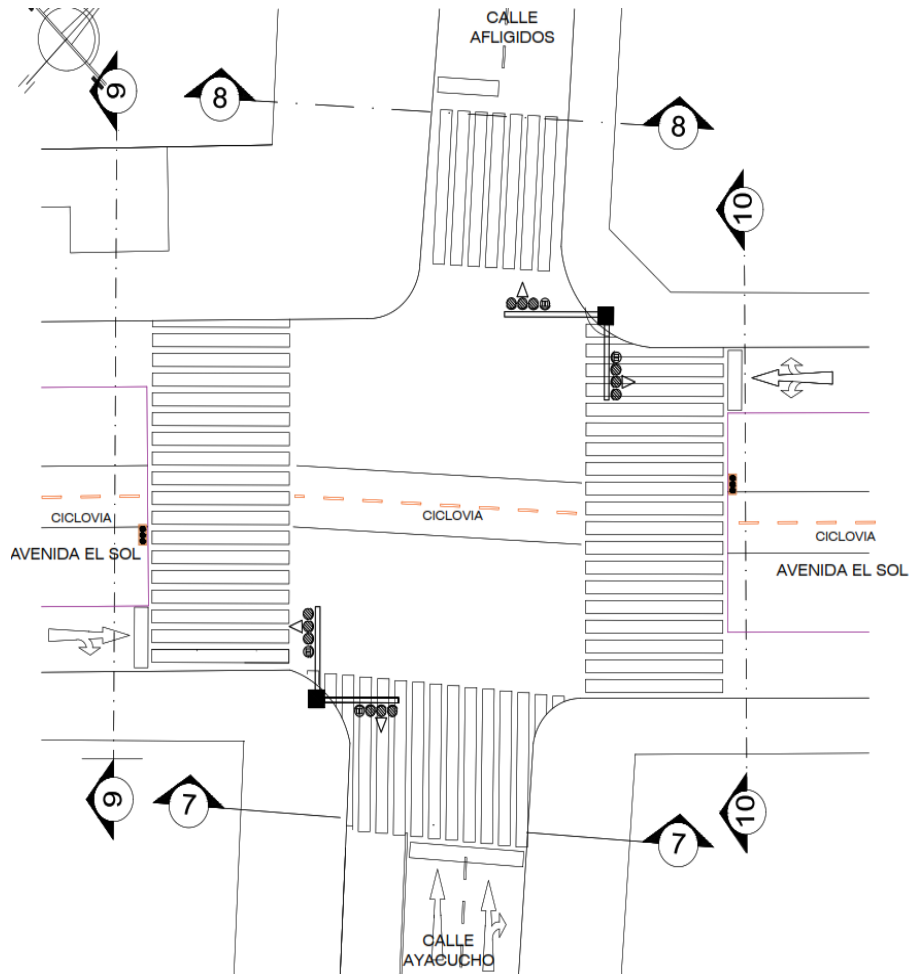
Figura N° 142. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 6-6



Fuente: Elaboración propia.

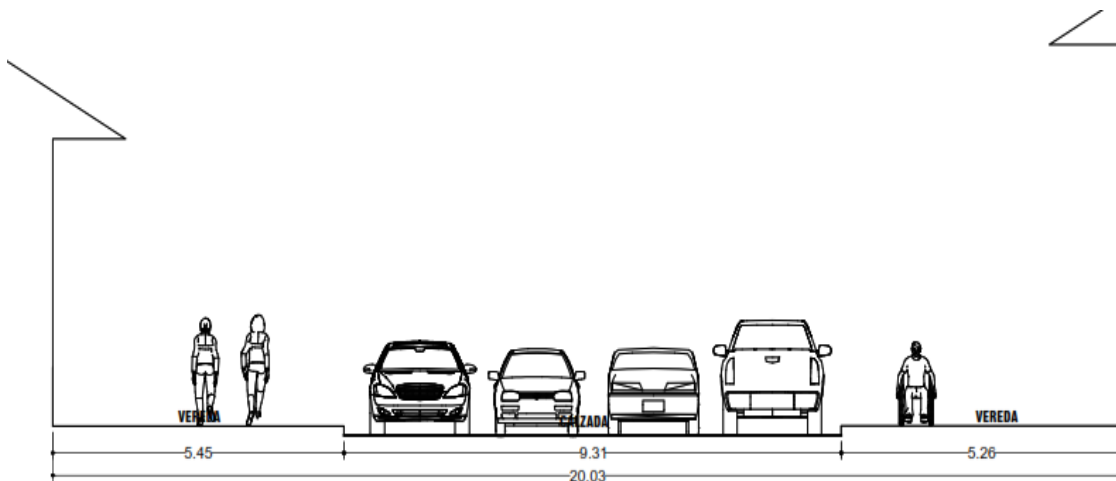


Figura N° 143. Propuesta de rediseño intersección Av. El Sol - Calle Ayacucho – Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

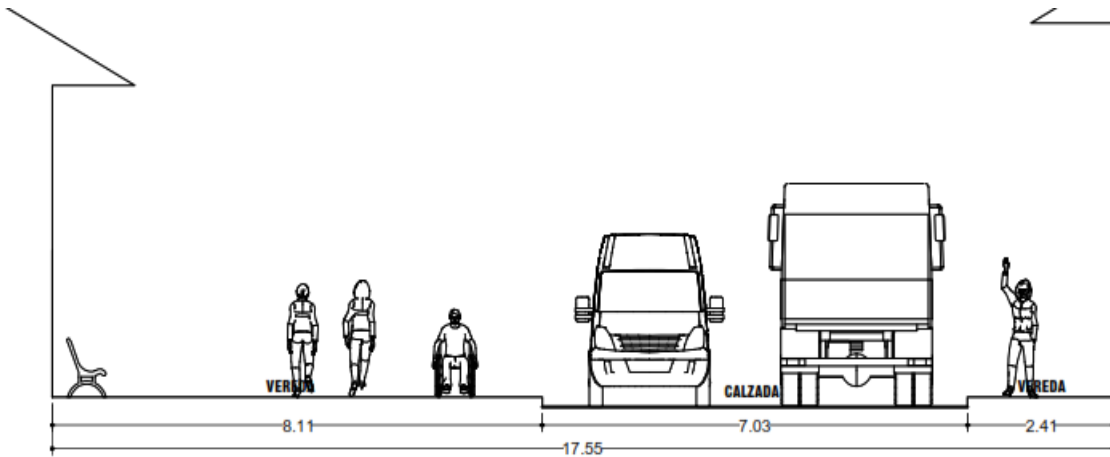
Figura N° 144. Propuesta de rediseño calle Ayacucho, corte 7-7



Fuente: Elaboración propia.

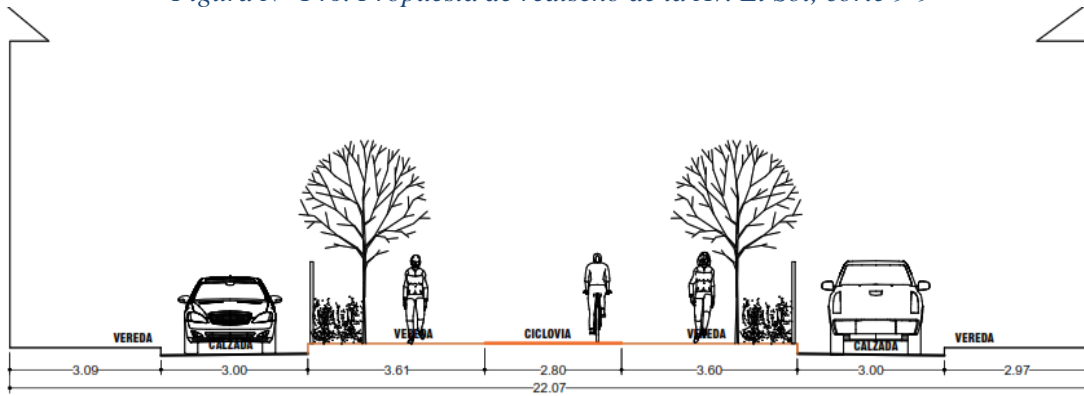


Figura N° 145. Propuesta de rediseño calle Afligidos, corte 8-8



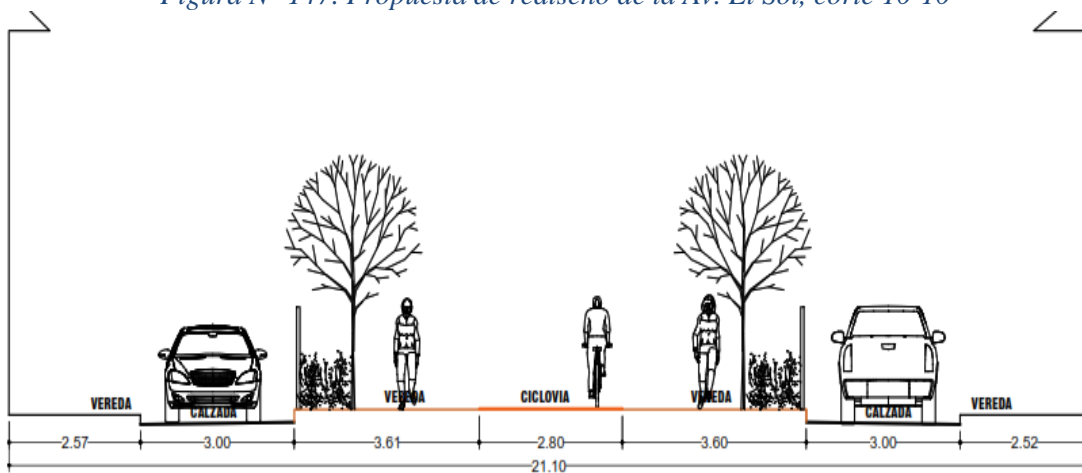
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 146. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 9-9



Fuente: Elaboración propia.

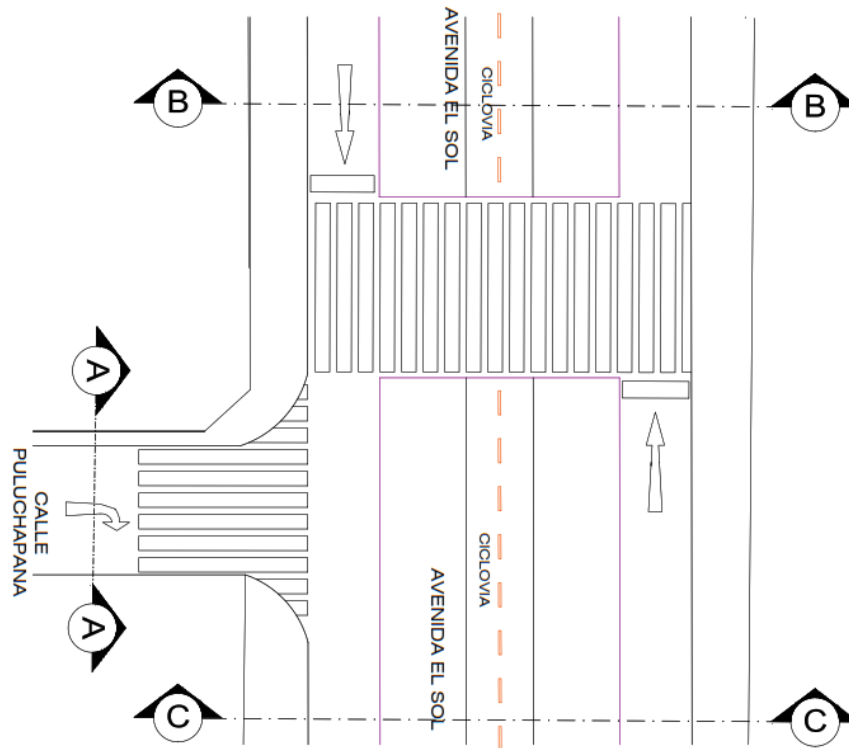
Figura N° 147. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 10-10



Fuente: Elaboración propia.

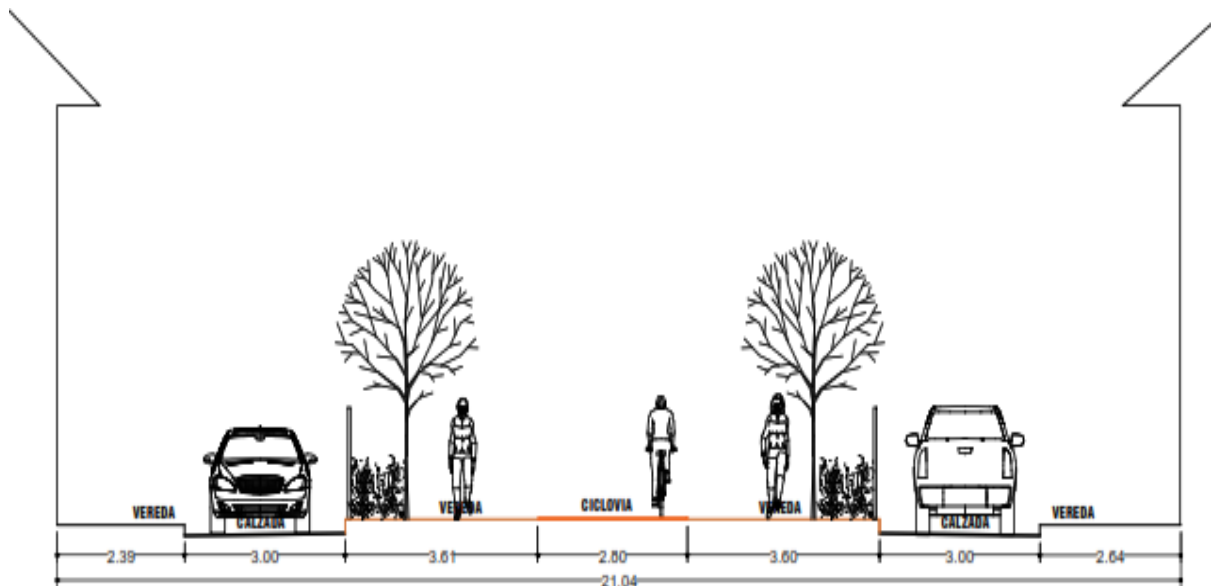


Figura N° 148. Propuesta de la intersección Calle Puluchapana – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

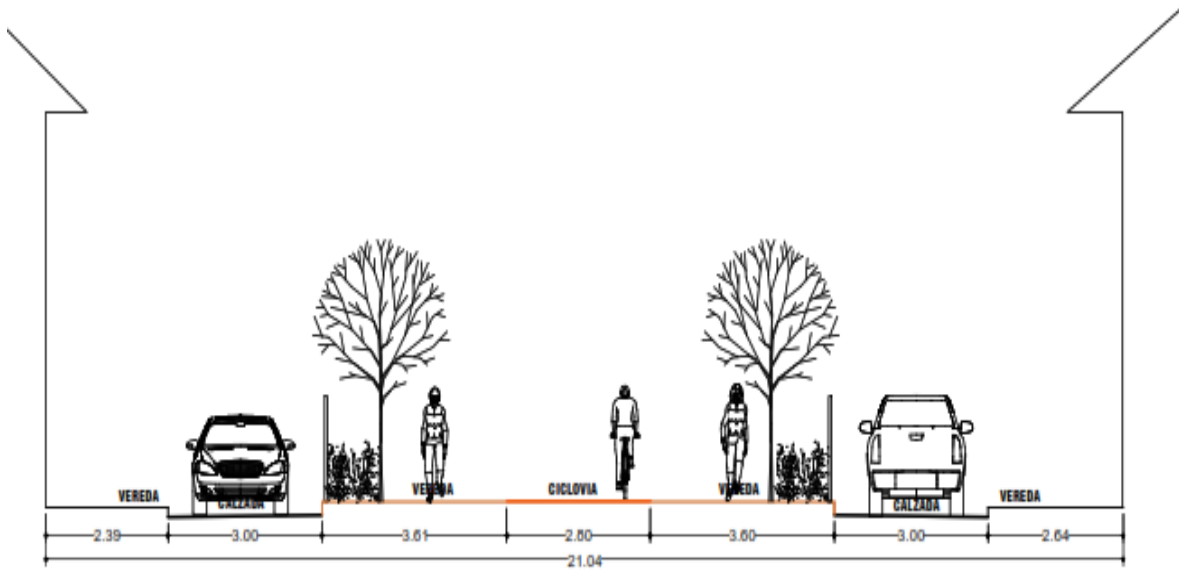
Figura N° 149. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte B-B



Fuente: Elaboración propia.

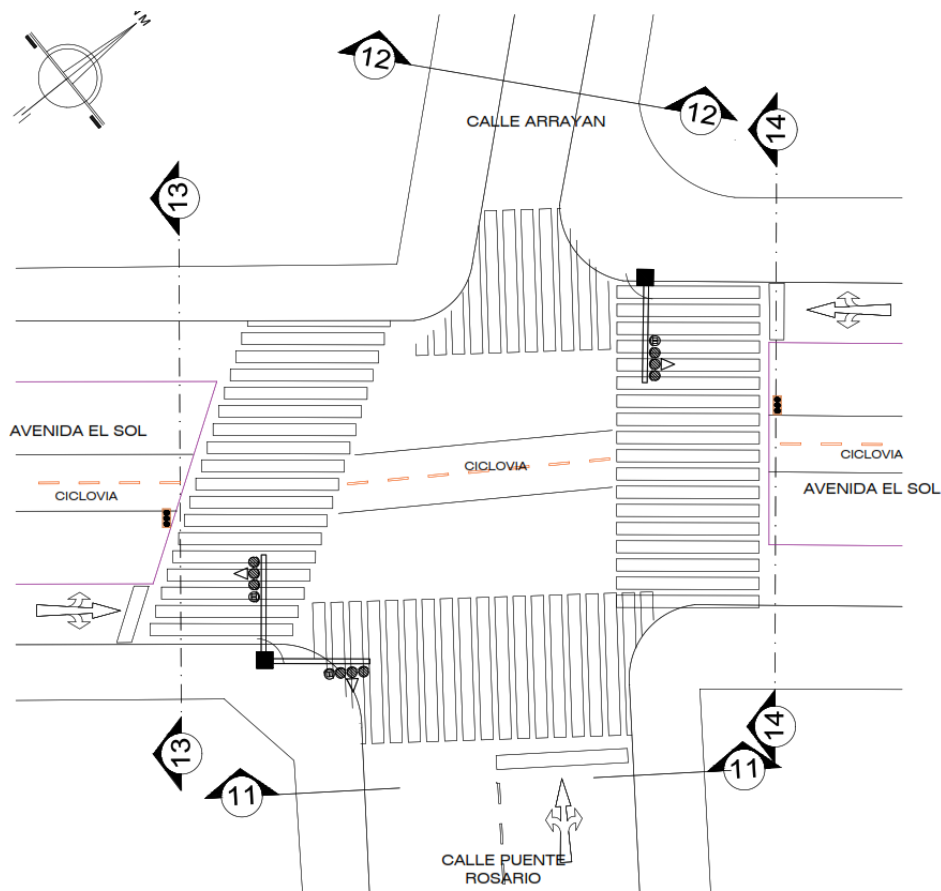


Figura N° 150. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte C-C



Fuente: Elaboración propia.

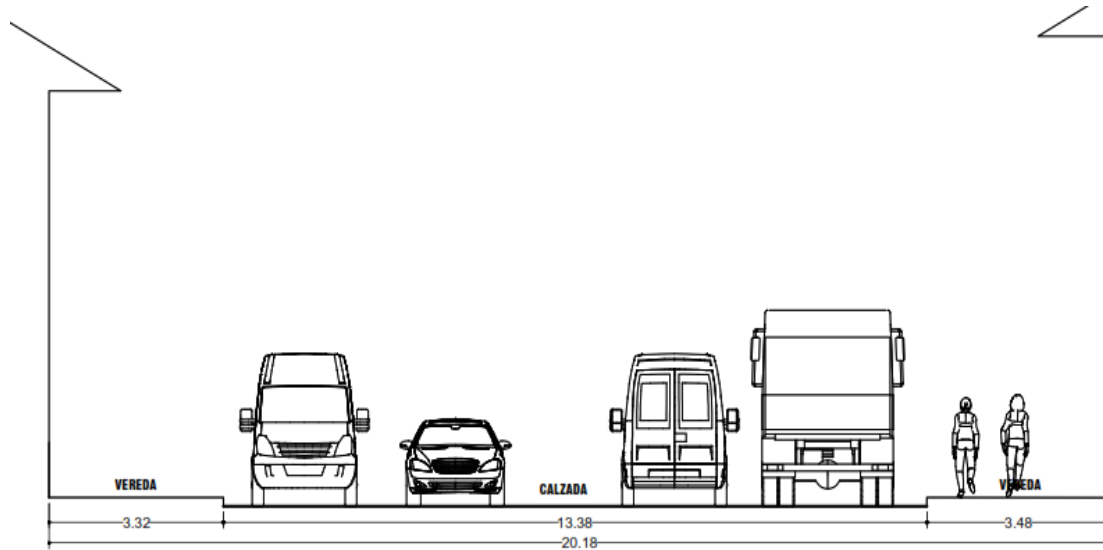
Figura N° 151. Propuesta de rediseño intersección Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

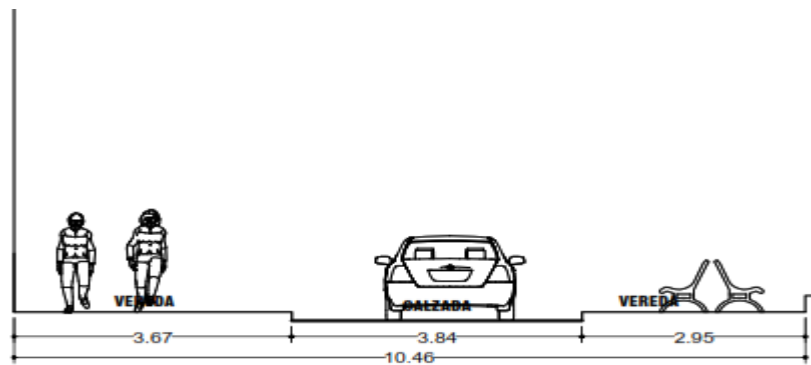


Figura N° 152. Propuesta de rediseño calle Pte. Rosario, corte 11-11



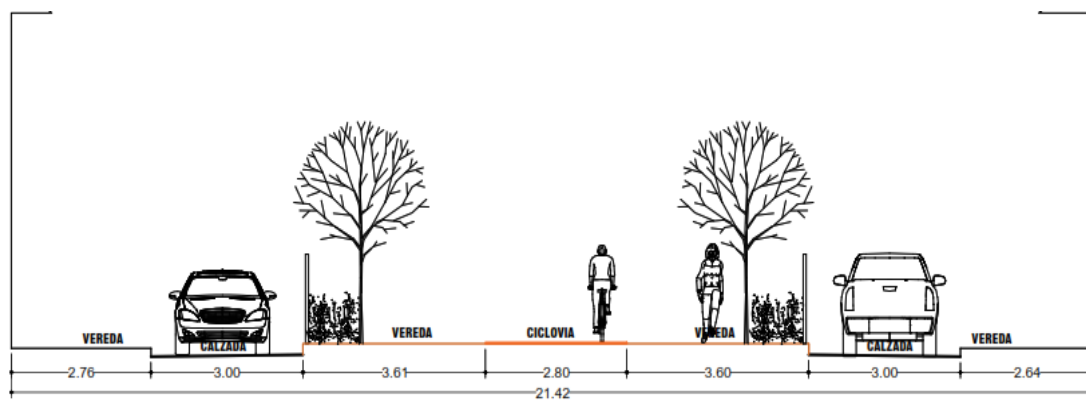
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 153. Propuesta de rediseño calle Arrayan, corte 12-12



Fuente: Elaboración propia.

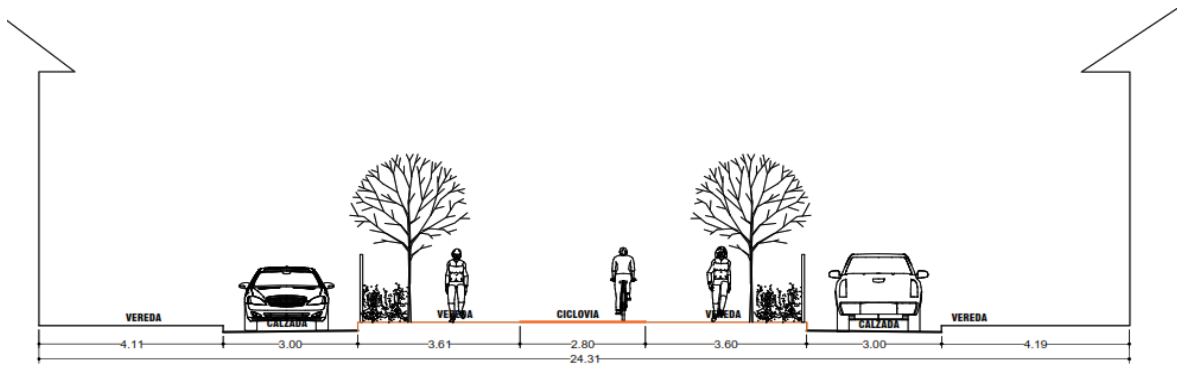
Figura N° 154. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 13-13



Fuente: Elaboración propia.

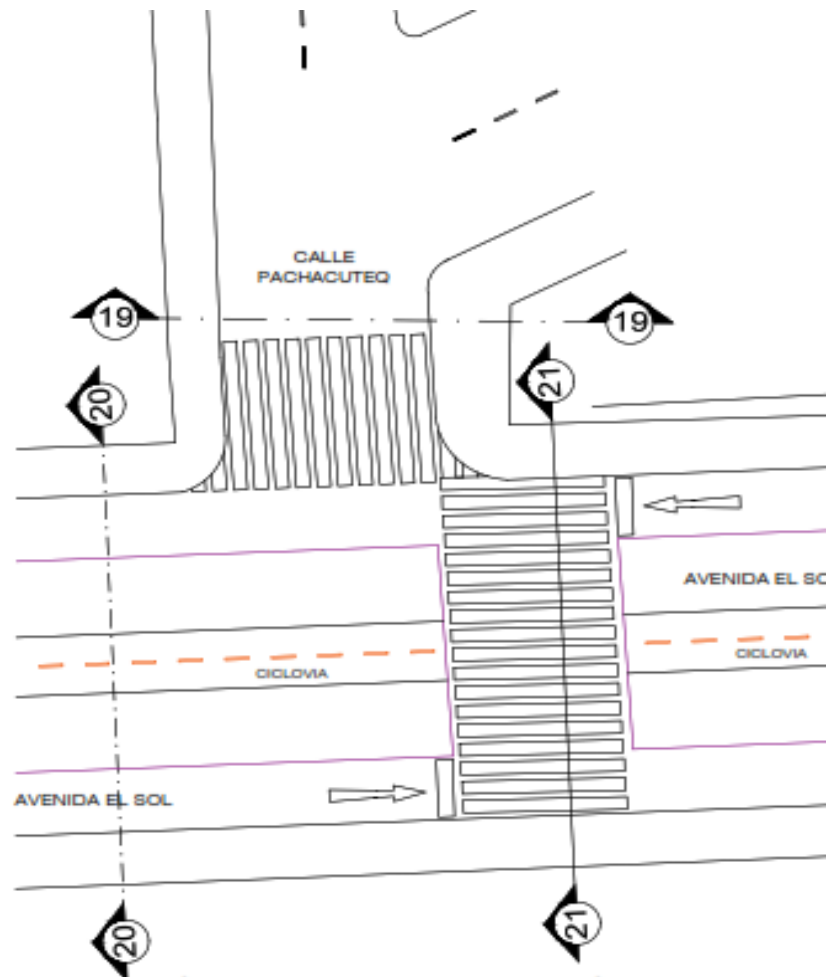


Figura N° 155. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 14-14



Fuente: Elaboración propia.

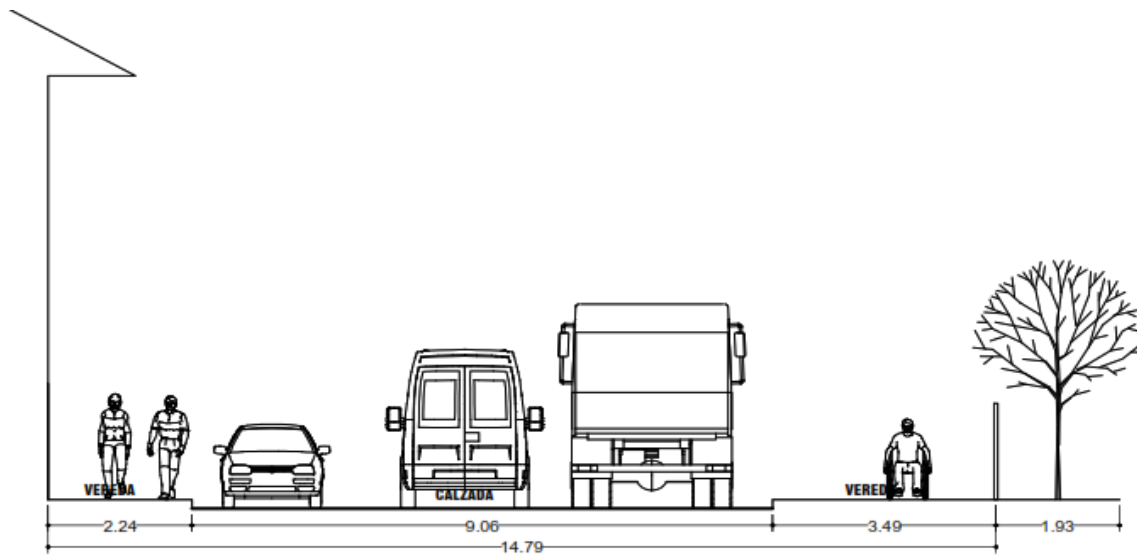
Figura N° 156. Propuesta de rediseño intersección calle Pachacutec – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

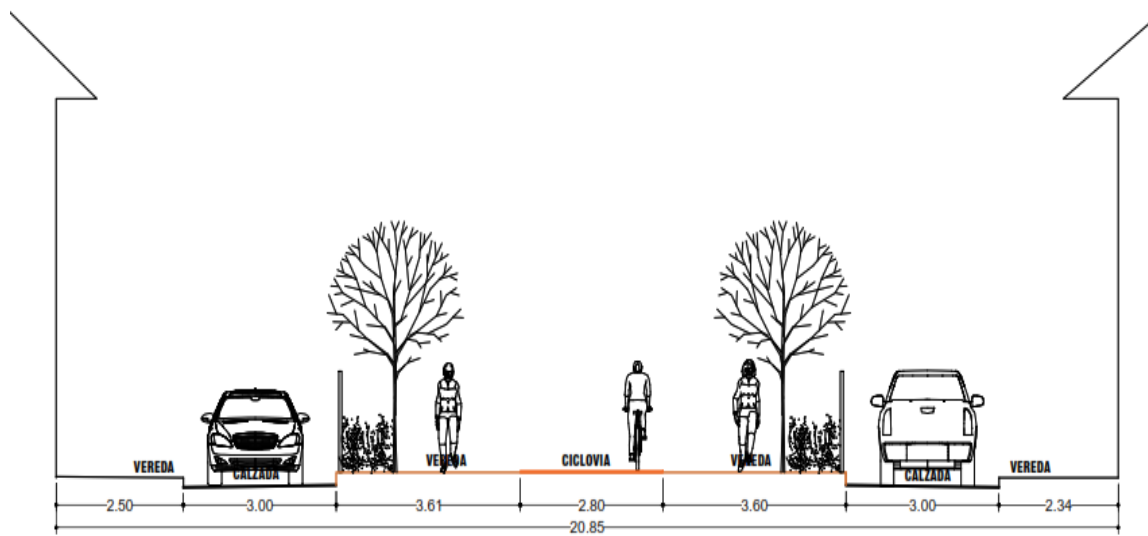


Figura N° 157. Propuesta de rediseño calle Pachacutec, corte 19-19



Fuente: Elaboración propia.

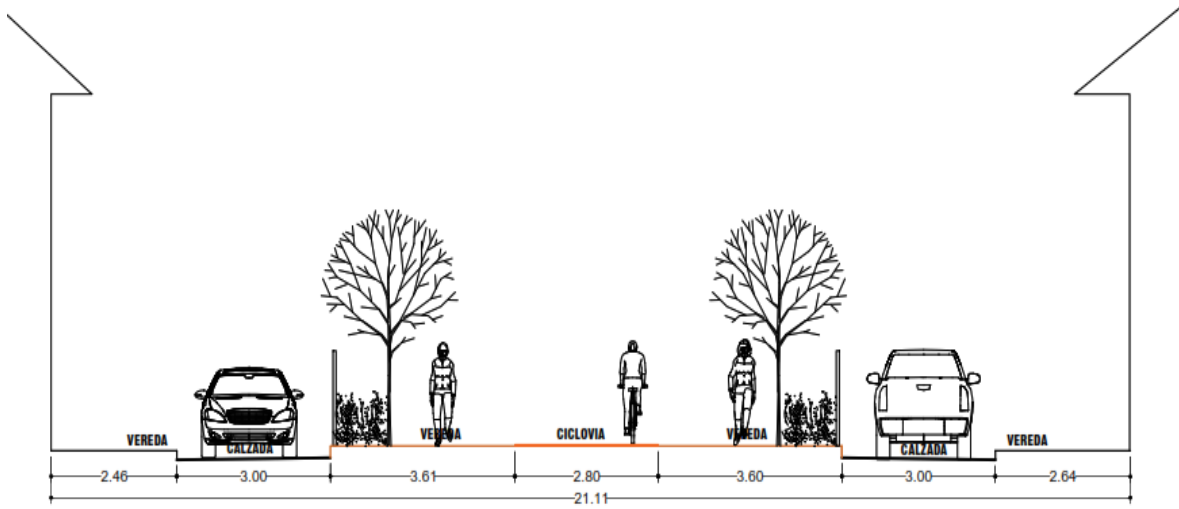
Figura N° 158. Propuesta de rediseño Av. El Sol, corte 20-20



Fuente: Elaboración propia.

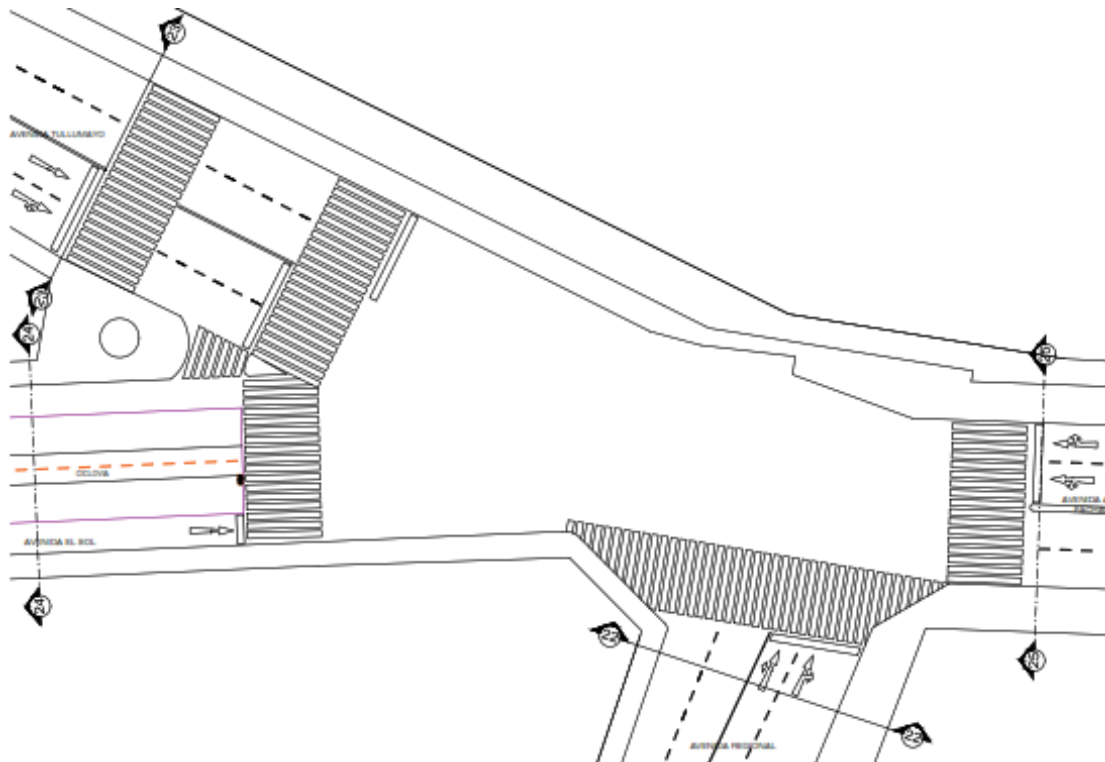


Figura N° 159. Propuesta de rediseño Av. El Sol, corte 21-21



Fuente: Elaboración propia.

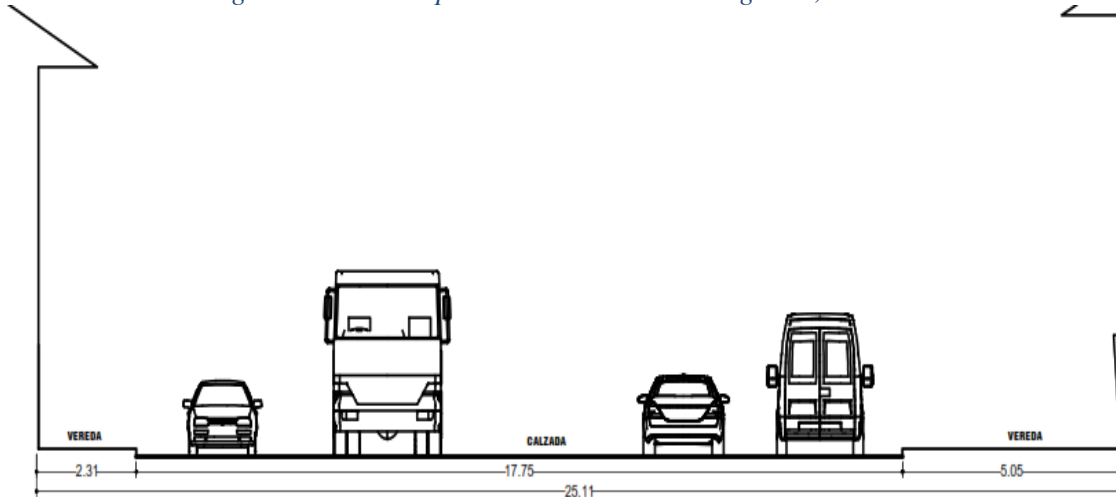
Figura N° 160. Propuesta de la intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional



Fuente: Elaboración propia.

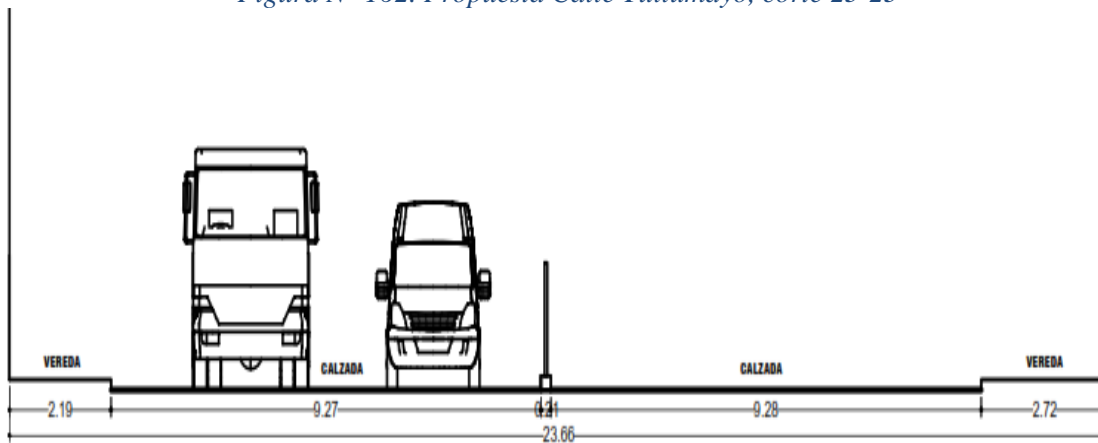


Figura N° 161. Propuesta de rediseño Av. Regional, corte 22-22



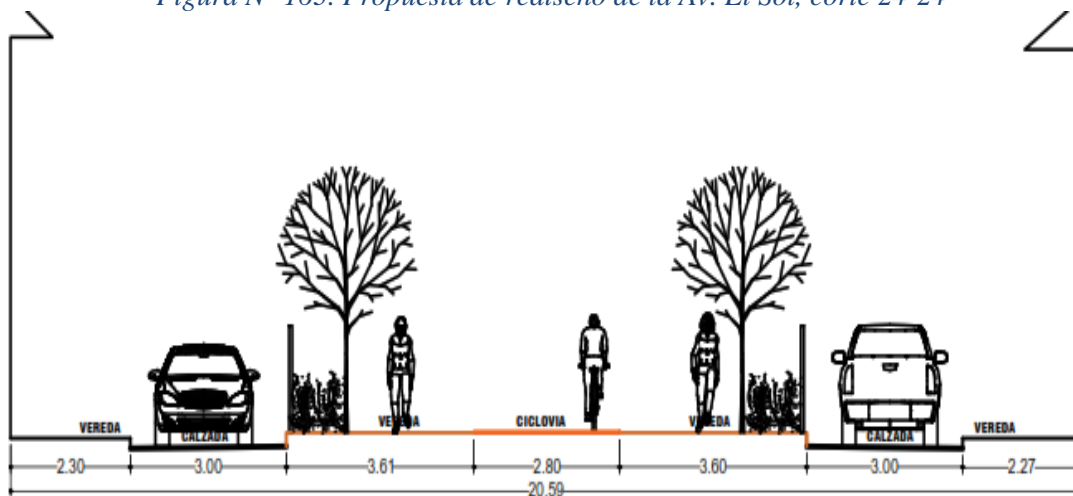
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 162. Propuesta Calle Tullumayo, corte 23-23



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 163. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol, corte 24-24



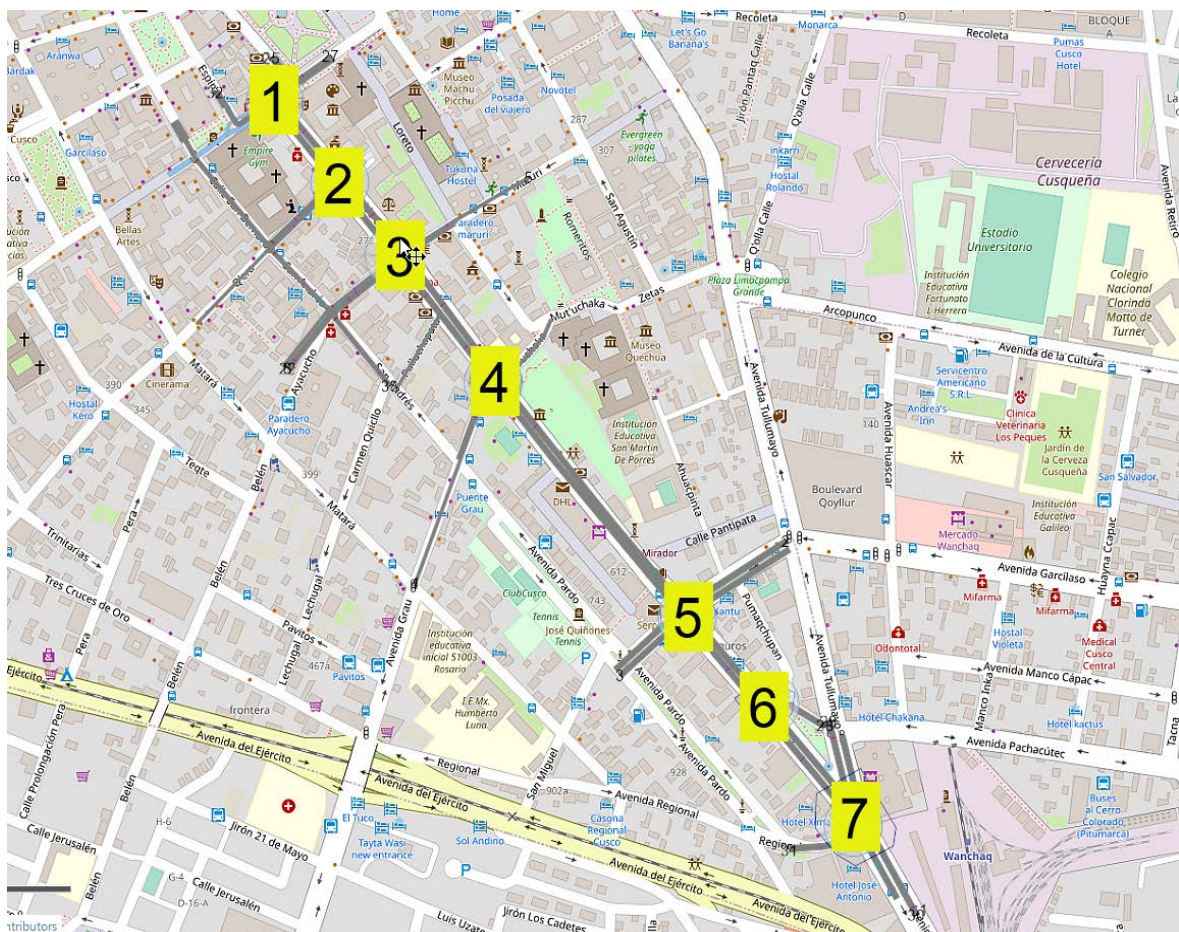
Fuente: Elaboración propia.



3.6.4. Análisis de la situación actual y la propuesta de rediseño

Para el análisis de la situación actual se realizó la máxima demanda vehicular de los datos obtenidos en los aforos en campo, para el análisis de la propuesta de rediseño se modifican los aforos obtenidos en campo, colocando cero a los valores de autos colectivos (taxis) con lo que se restringe el tránsito para estos vehículos, posteriormente se ingresa los datos en la simulación en el software VISSIM, usando la máxima demanda vehicular, los cuales fueron ingresados en el programa con el fin de tener resultados detallados, para determinar el análisis, Se evaluaron los datos vehiculares en su totalidad como un solo eje, incluyendo el análisis de la entrada en un punto específico y la salida por diferentes puntos a lo largo de la Avenida El Sol. Estos datos se expresaron en términos de demora vehicular (segundos/vehículo) y se realizó un análisis tanto del funcionamiento del eje en su conjunto como de cada una de las siete intersecciones por separado.

Figura N° 164. Red vial de la Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.



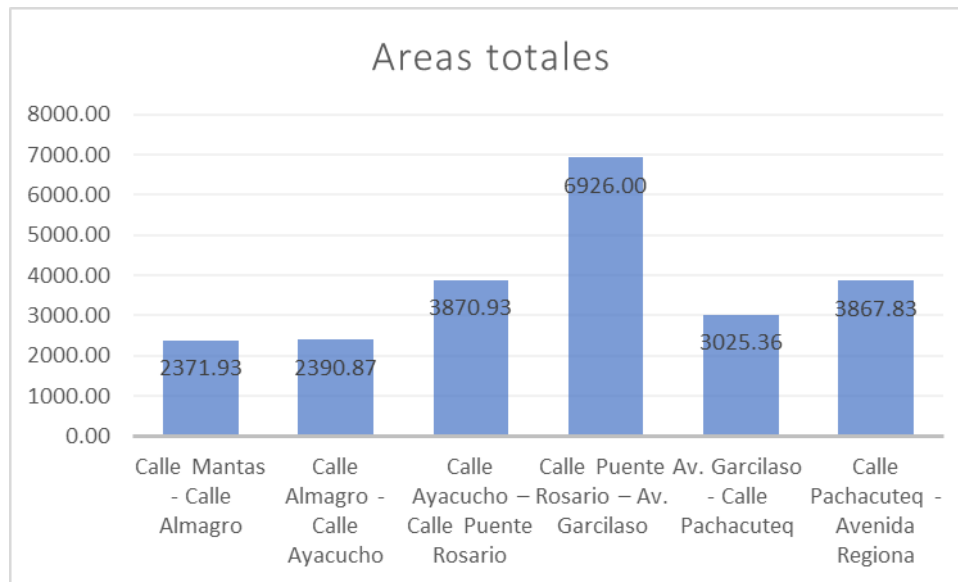
3.6.5. Análisis de la geometría vial

Tabla N° 54. Cuadro de áreas por tramos de la Av. El Sol

N°	Tramos Longitudinales de vía	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)
1	Calle Mantas - Calle Almagro	128.56	18.45	2371.93
2	Calle Almagro - Calle Ayacucho	110.28	21.68	2390.87
3	Calle Ayacucho – Calle Puente Rosario	184.33	21.00	3870.93
4	Calle Puente Rosario – Av. Garcilaso	346.30	20.00	6926.00
5	Av. Garcilaso - Calle Pachacutec	145.52	20.79	3025.36
6	Calle Pachacutec - Avenida Regiona	187.85	20.59	3867.83
			TOTAL	22452.92

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 165. Histograma de áreas



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 55. Cuadro de áreas de la Av. El Sol – situación actual

N°	Tramos Longitudinales de vía	Largo (m)	Ancho Carril de subida (m)	Ancho Carril de bajada (m)	Area Calzada
1	Calle Mantas - Calle Almagro	128.56	5.59	5.67	1447.59
2	Calle Almagro - Calle Ayacucho	110.28	5.74	5.72	1263.81
3	Calle Ayacucho – Calle Puente Rosario	184.33	5.66	5.71	2095.83
4	Calle Puente Rosario – Av. Garcilaso	346.30	6.59	4.90	3978.99
5	Av. Garcilaso - Calle Pachacutec	145.52	7.28	6.42	1993.62
6	Calle Pachacutec - Avenida Regiona	187.85	6.21	6.10	2312.43
				TOTAL	13092.27

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 56. Cuadro de áreas de la Av. El Sol, situación actual - propuesta

N°	Tramos Longitudinales de vía	Largo (m)	Ancho Carril de subida (m)	Ancho Carril de bajada (m)	Area Calzada
1	Calle Mantas - Calle Almagro	128.56	3.00	3.00	771.36
2	Calle Almagro - Calle Ayacucho	110.28	3.00	3.00	661.68
3	Calle Ayacucho – Calle Puente Rosario	184.33	3.00	3.00	1105.98
4	Calle Puente Rosario – Av. Garcilaso	346.30	3.00	3.00	2077.80
5	Av. Garcilaso - Calle Pachacutec	145.52	3.00	3.00	873.12
6	Calle Pachacutec - Avenida Regiona	187.85	3.00	3.00	1127.10
				TOTAL	6617.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 57. Cuadro de áreas de la Av. El Sol, situación actual - veredas

N°	Tramos Longitudinales de vía	Largo (m)	Ancho veredas (m)	Area veredas (m2)
1	Calle Mantas - Calle Almagro	128.56	6.49	834.35
2	Calle Almagro - Calle Ayacucho	110.28	9.68	1067.51
3	Calle Ayacucho – Calle Puente Rosario	184.33	8.99	1657.13
4	Calle Puente Rosario – Av. Garcilaso	346.30	10.85	3757.36
5	Av. Garcilaso - Calle Pachacutec	145.52	6.51	947.34
6	Calle Pachacutec - Avenida Regiona	187.85	7.66	1438.93
			TOTAL	9702.61

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 58. Cuadro de áreas de la Av. El Sol, propuesta de rediseño - veredas

N°	Tramos Longitudinales de vía	Largo (m)	Ancho veredas (m)	Area veredas (m2)
1	Calle Mantas - Calle Almagro	128.56	10.17	1307.46
2	Calle Almagro - Calle Ayacucho	110.28	12.85	1417.10
3	Calle Ayacucho – Calle Puente Rosario	184.33	12.65	2331.77
4	Calle Puente Rosario – Av. Garcilaso	346.30	12.05	4172.92
5	Av. Garcilaso - Calle Pachacutec	145.52	12.04	1752.06
6	Calle Pachacutec - Avenida Regiona	187.85	11.62	2182.82
				13164.12

Fuente: Elaboración propia.

Para la simulación se procedió a cuantificar las intersecciones del 01 al 07 lo cual consta de lo siguiente:

3.6.1 Modelamiento en el programa Vissim

En la presente investigación se realizó dos modelamientos en la vía de estudio donde se analiza 2 escenarios, el primero es el de la situación actual, el segundo es el modelamiento en la situación con el rediseño de la sección transversal.

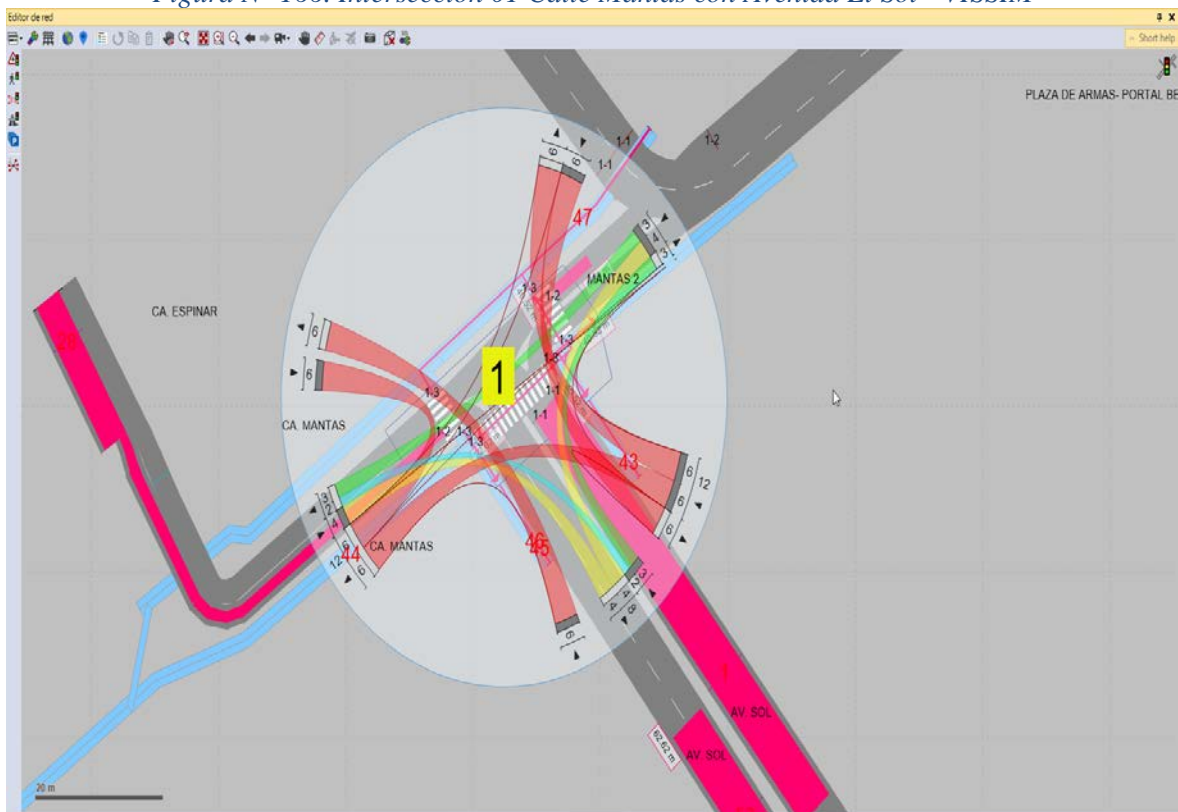
El Vissim cuenta con su propia metodología para estimar la capacidad de intersección. Se

realizó una comparación entre los niveles de servicio obtenidos a través de los cálculos de la metodología del HCM con el método de utilización de la capacidad de intersección (UCI).

3.6.1.1 Codificación de cada intersección en VISSIM

El análisis de las intersecciones se realiza en el programa VISSIM donde se introducen los datos de entrada los cuales fueron obtenidos en los aforos vehiculares, peatonales y vehiculares, los cuales consisten en lo siguiente:

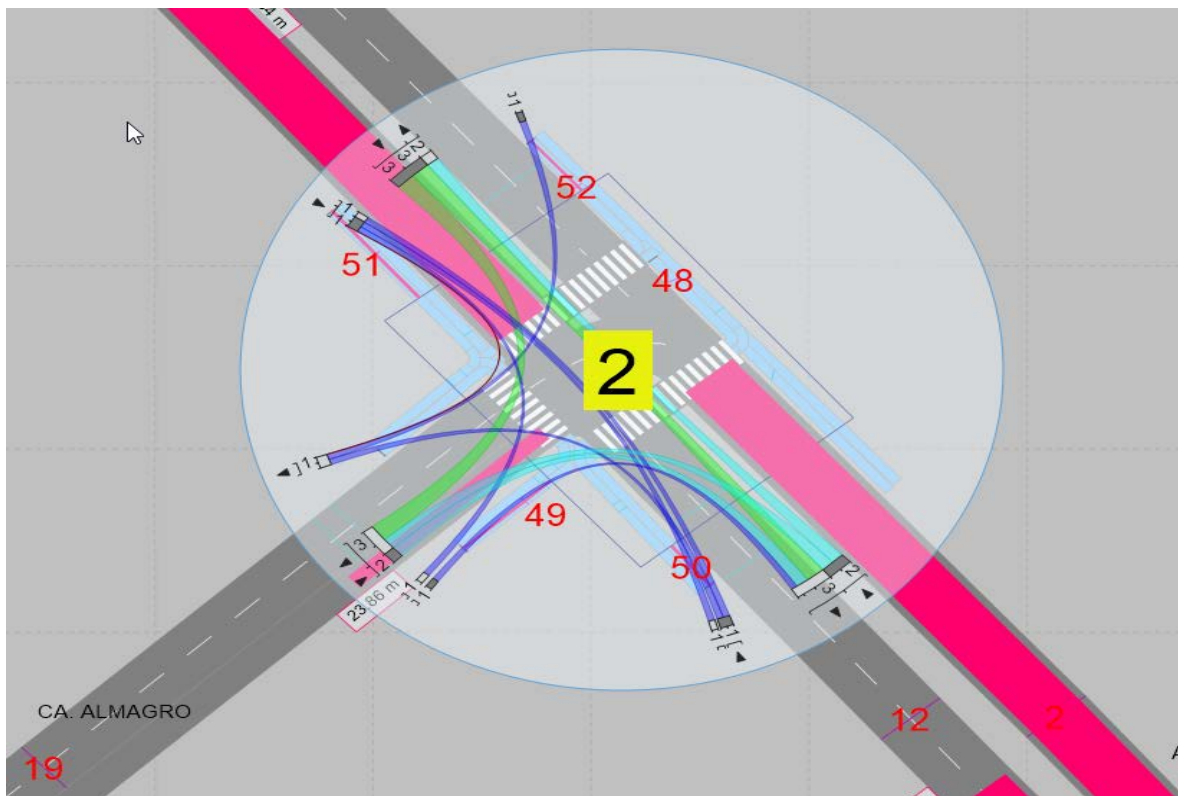
Figura N° 166. Intersección 01 Calle Mantas con Avenida El Sol - VISSIM



Fuente: Elaboración propia.

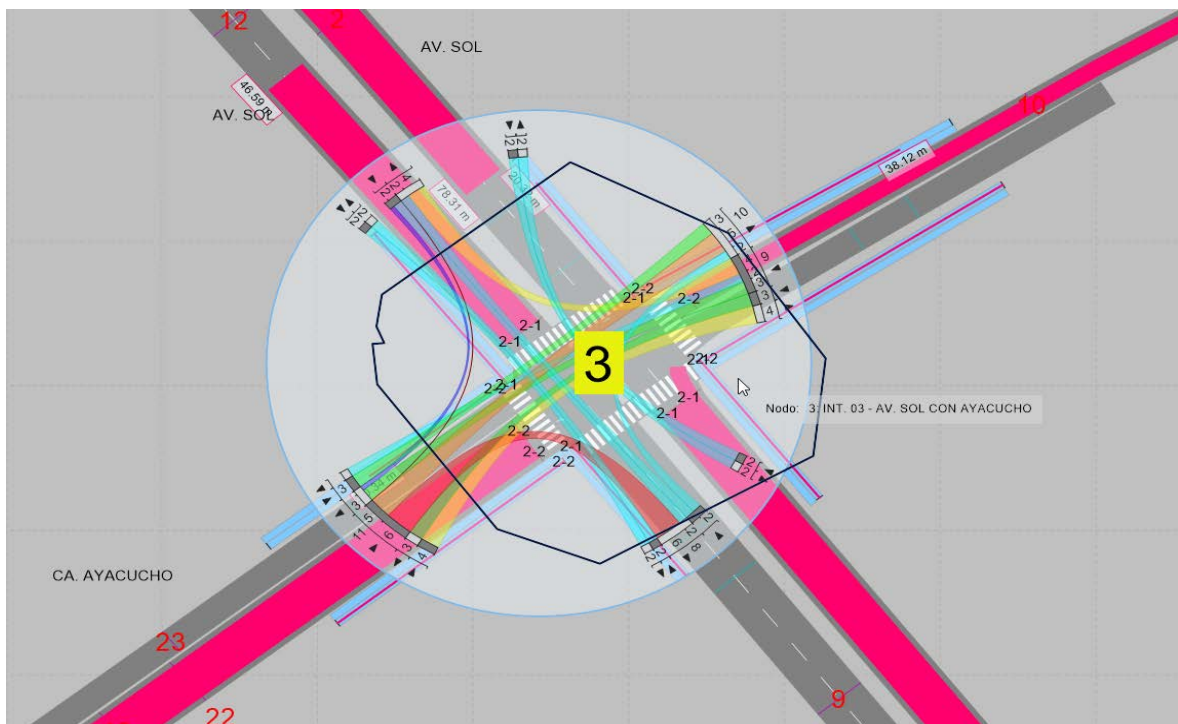


Figura N° 167. Intersección 02 Calle Almagro con Avenida El Sol - VISSIM



Fuente: Elaboración propia.

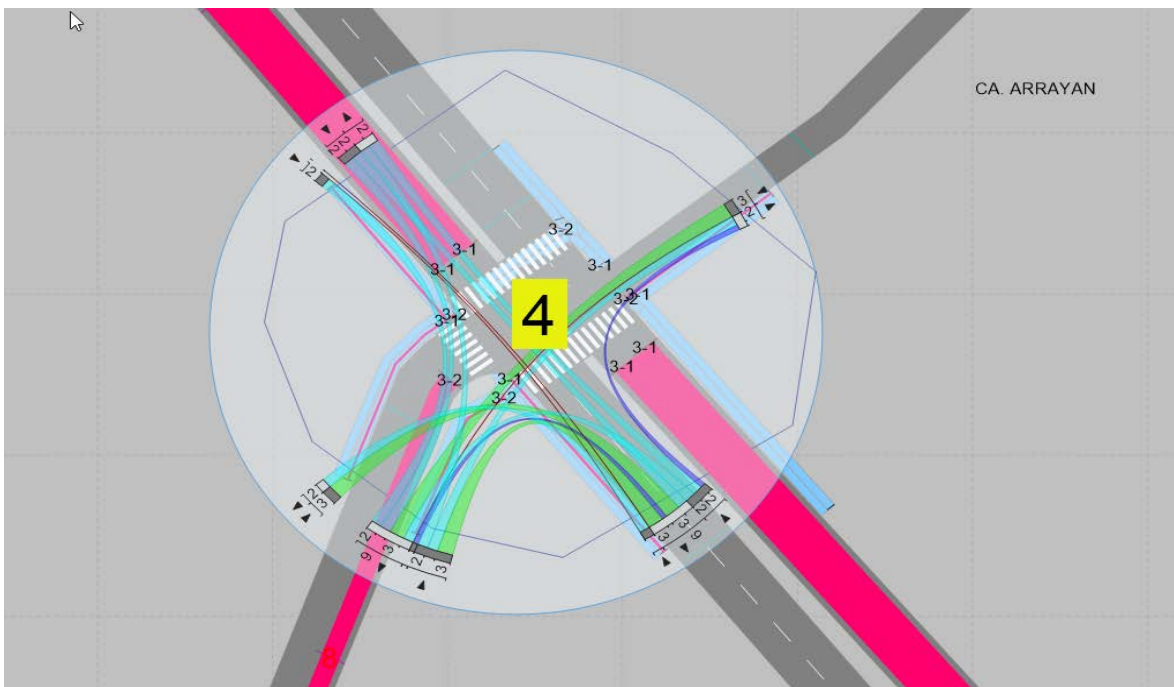
Figura N° 168. Intersección 03 Calle Ayacucho – Calle Afligidos – Av. El Sol - VISSIM



Fuente: Elaboración propia.

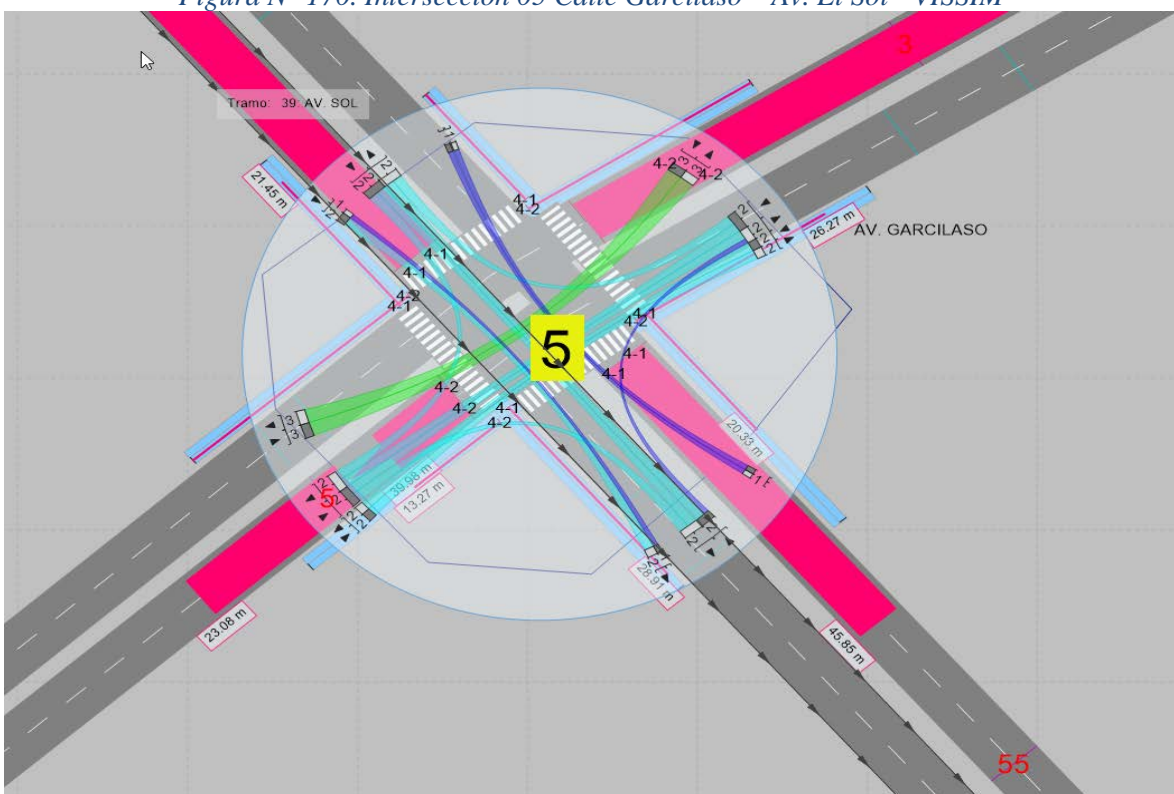


Figura N° 169. Intersección 04 Calle Pte Rosario – Calle Arrayan – Av. El Sol - VISSIM



Fuente: Elaboración propia.

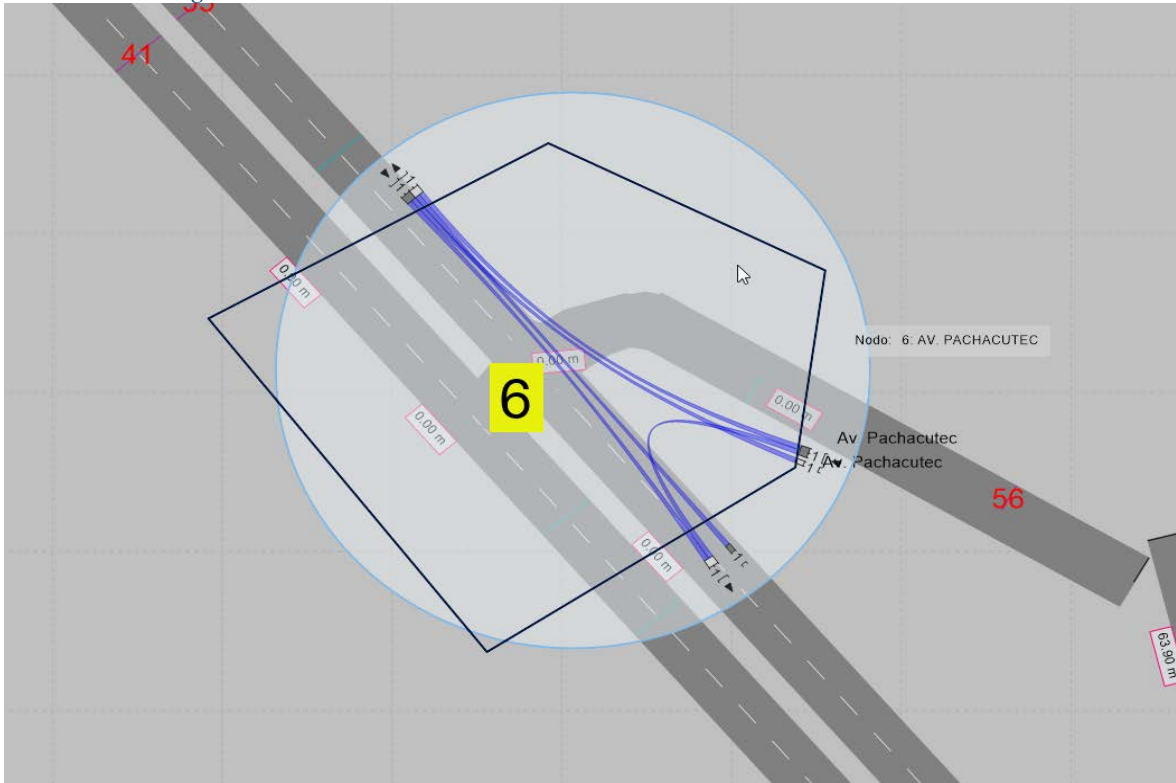
Figura N° 170. Intersección 05 Calle Garcilaso – Av. El Sol - VISSIM



Fuente: Elaboración propia.

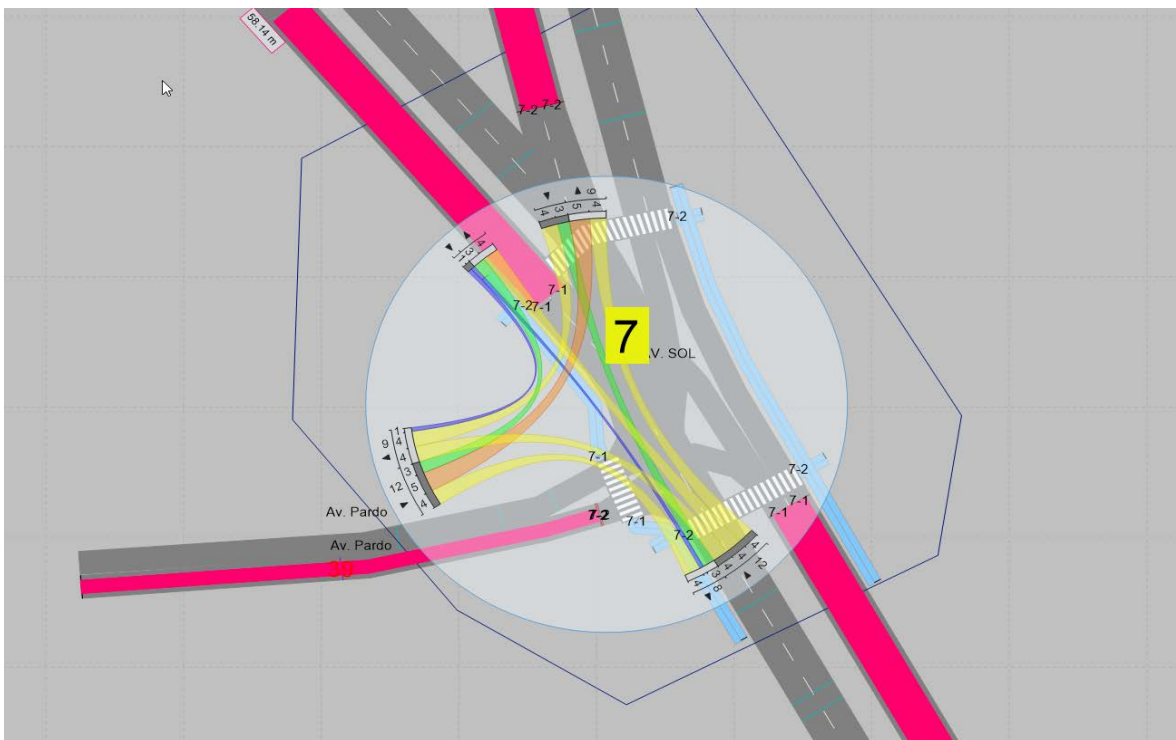


Figura N° 171. Intersección 06 Av. El Sol – Calle. Pachacutec - VISSIM



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 172. Intersección 07 Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional - VISSIM

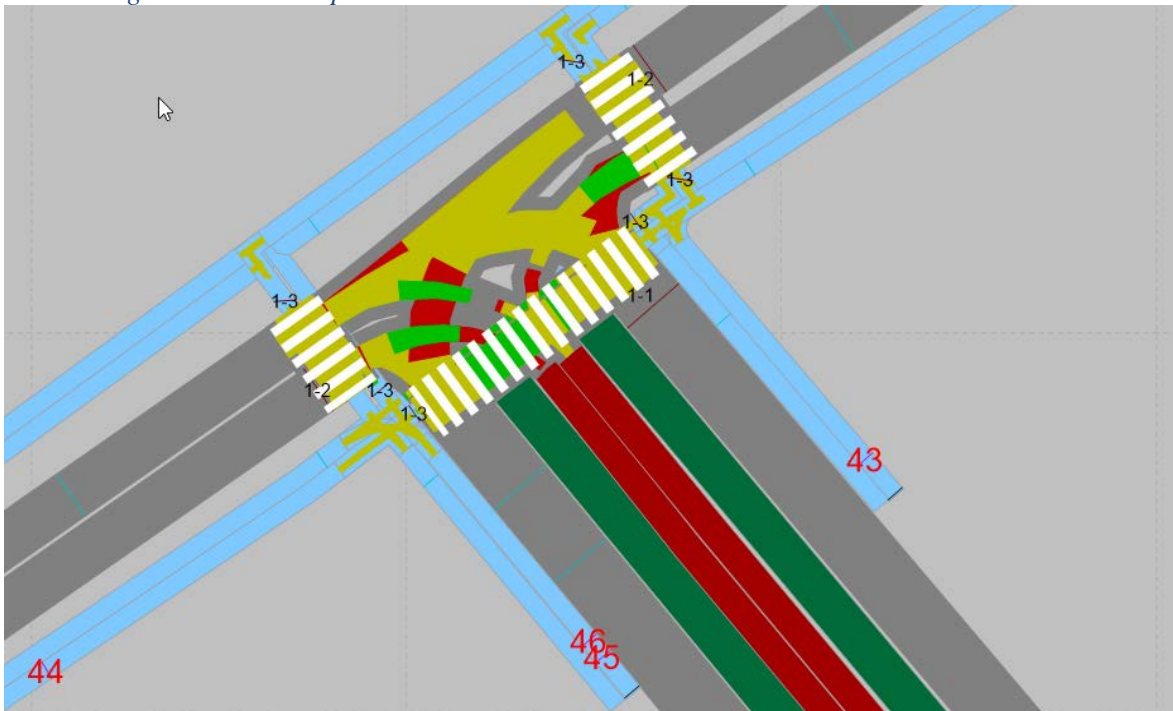


Fuente: Elaboración propia.

3.6.6. Análisis de nodos del sistema vial propuesto

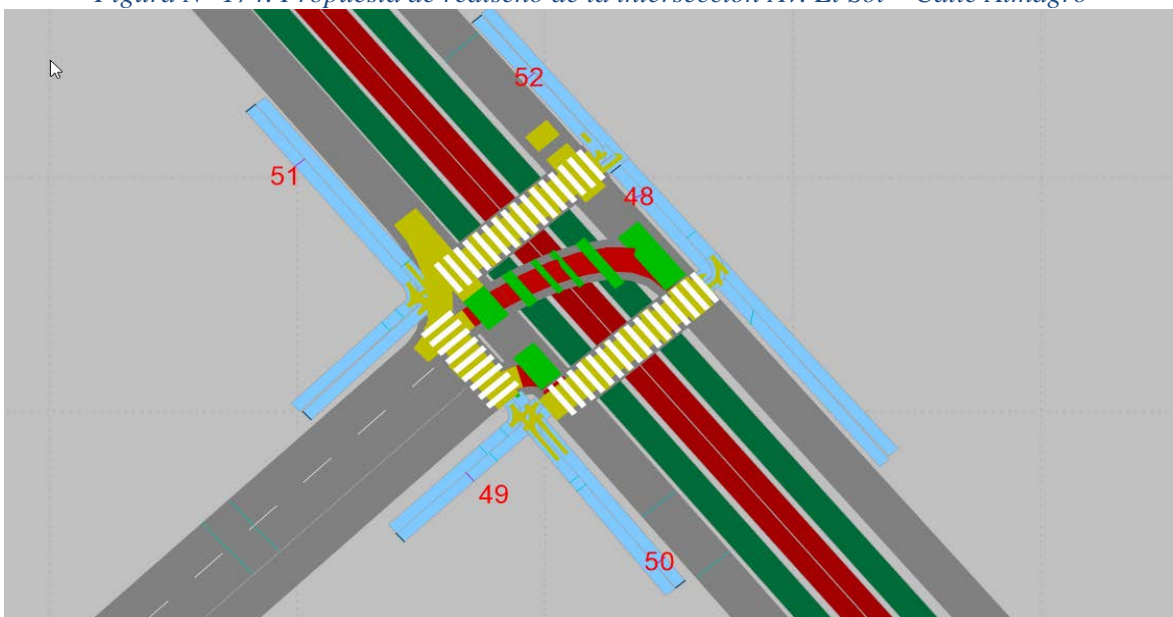
El análisis del sistema vial inicia con el rediseño de la sección transversal y la recolección de los datos de los cuales se restringe el tránsito de vehículos colectivos (taxis) por la vía en estudio, con lo que con estos datos se inserta en el programa VISSIM y validándose se tienen los resultados los cuales se comparan con el sistema vial actual.

Figura N° 173. Propuesta de rediseño de la intersección Calle Mantas – Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

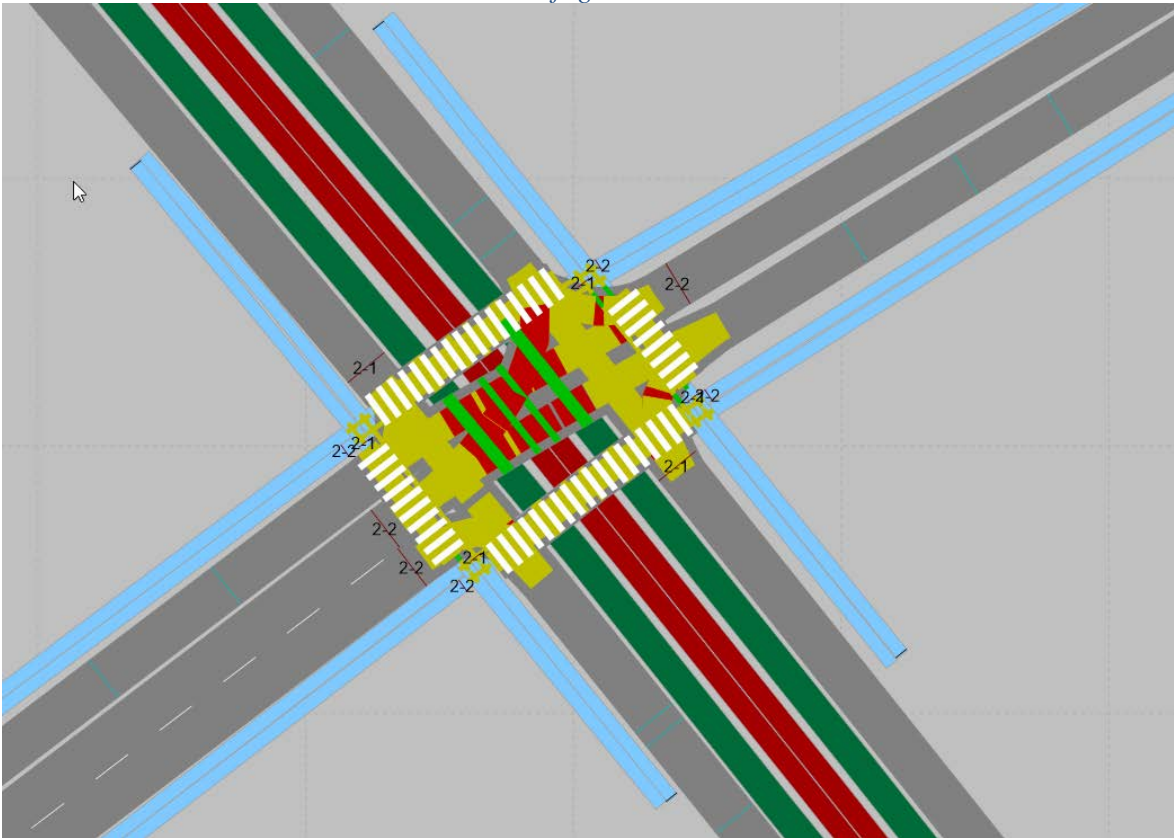
Figura N° 174. Propuesta de rediseño de la intersección Av. El Sol – Calle Almagro



Fuente: Elaboración propia.

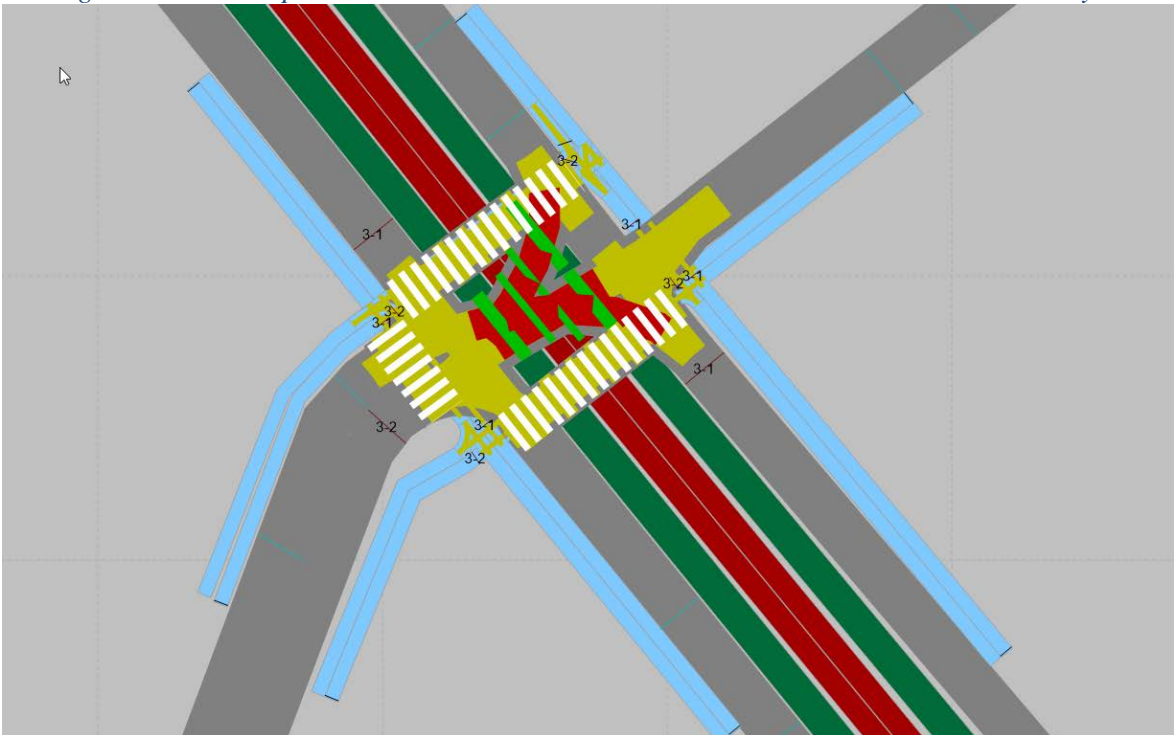


Figura N° 175. Propuesta de rediseño de la intersección Av. El Sol – Calle Ayacucho- Calle Afligidos



Fuente: Elaboración propia.

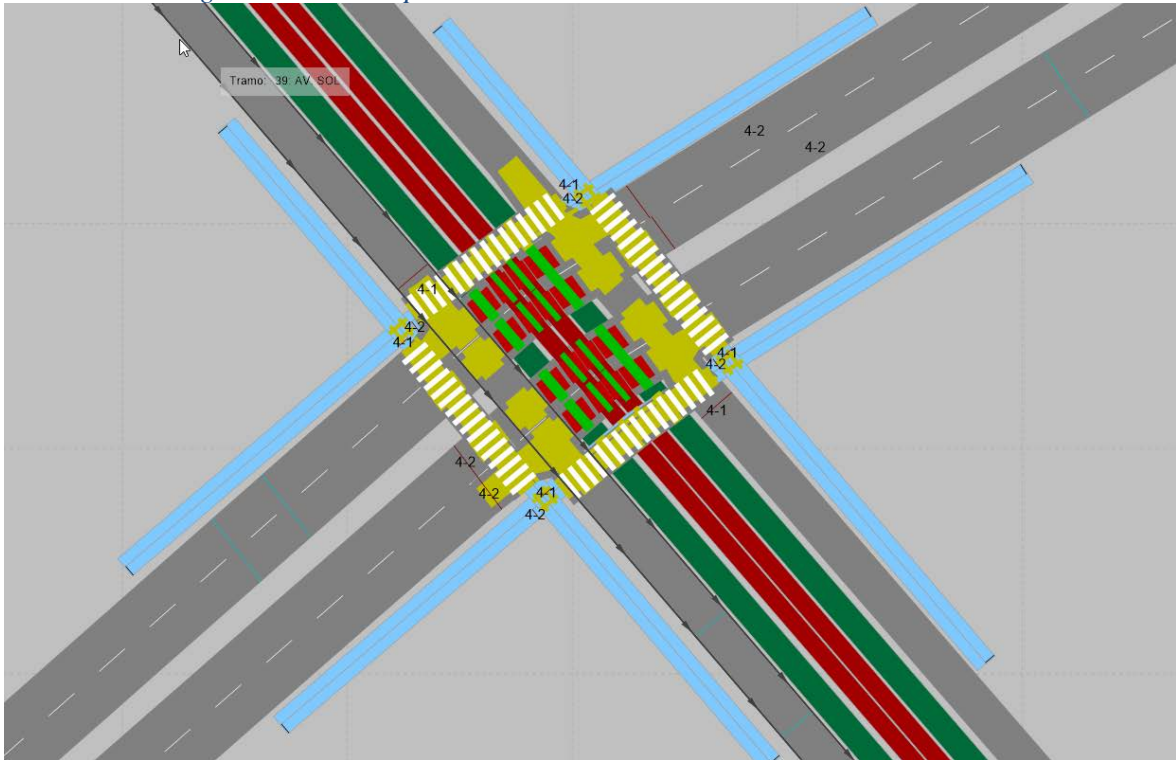
Figura N° 176. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Calle Pte. Rosario- Calle Arrayan



Fuente: Elaboración propia.

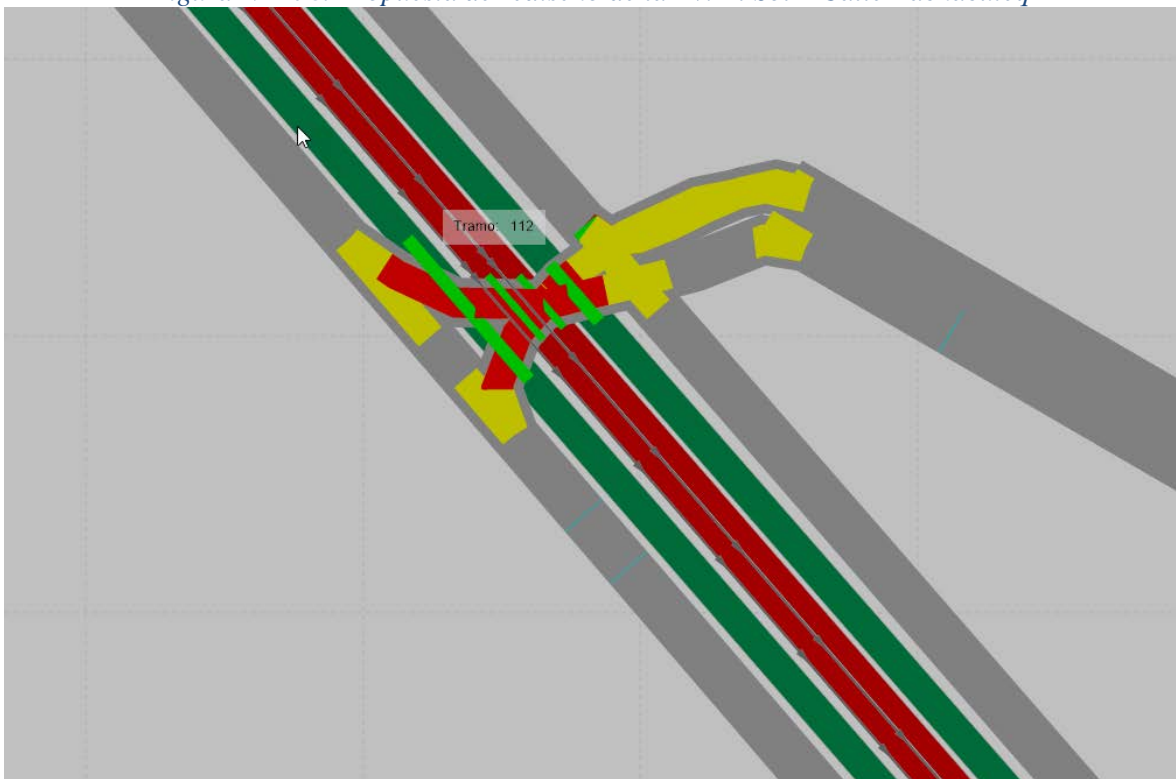


Figura N° 177. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Av. Garcilaso



Fuente: Elaboración propia.

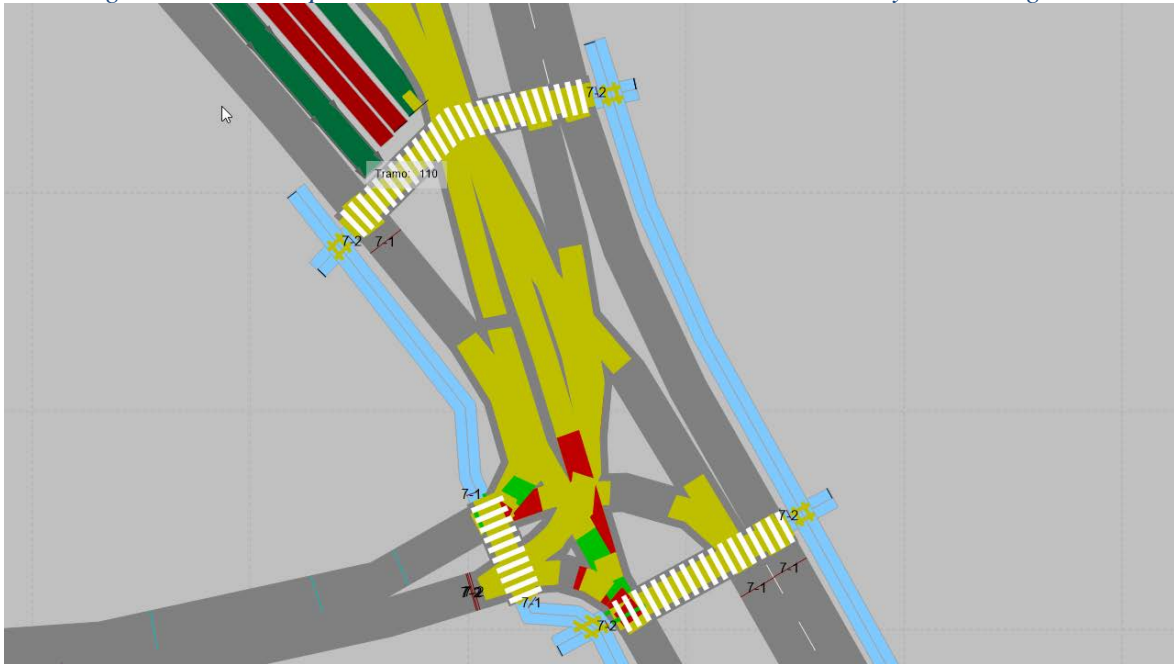
Figura N° 178. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Calle Pachacutec



Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 179. Propuesta de rediseño de la Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional

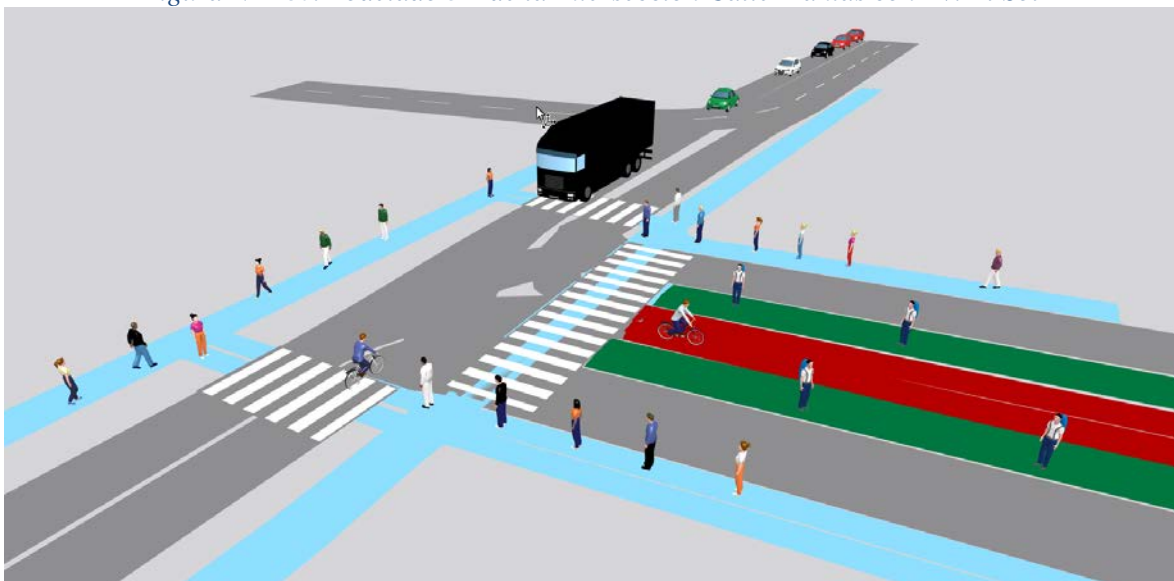


Fuente: Elaboración propia.

3.6.7. Modelación del planteamiento con rediseño en Vissim en 3D

Para el análisis del rediseño geométrico de la sección transversal se plantea el diseño donde se reduce la cantidad de carriles y se incrementa el ancho de veredas y se plantea una ciclovía de doble sentido en la mediana, la modelación 3D permite visualizar mejor los detalles geométricos y a los usuarios de la vía.

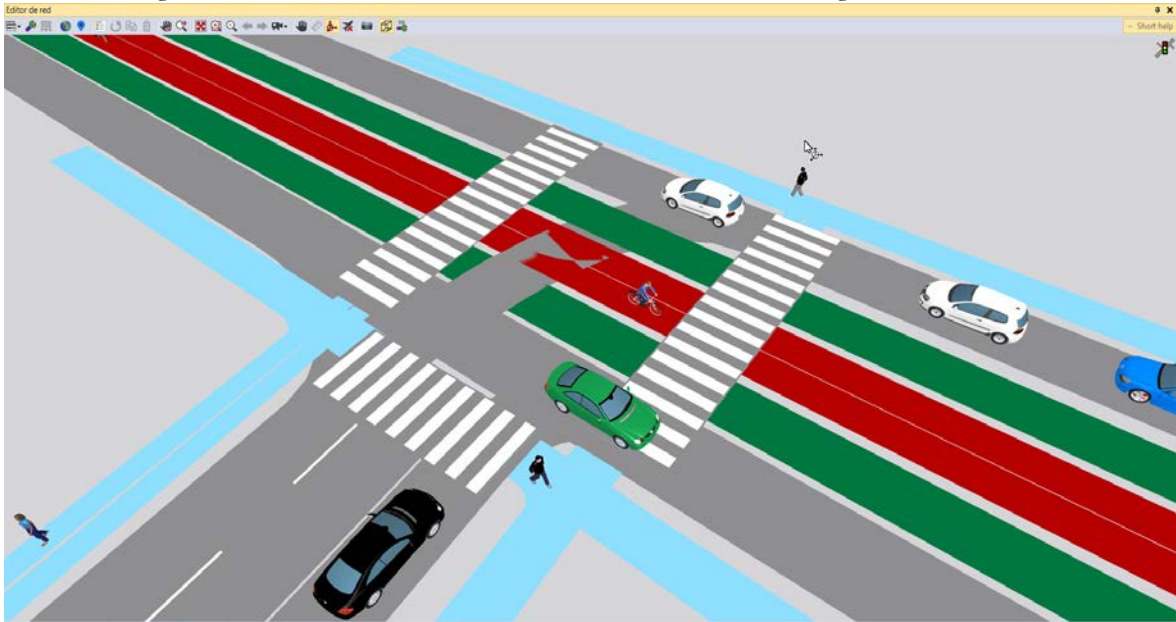
Figura N° 180. Modelado 3D de la Intersección Calle Mantas con Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

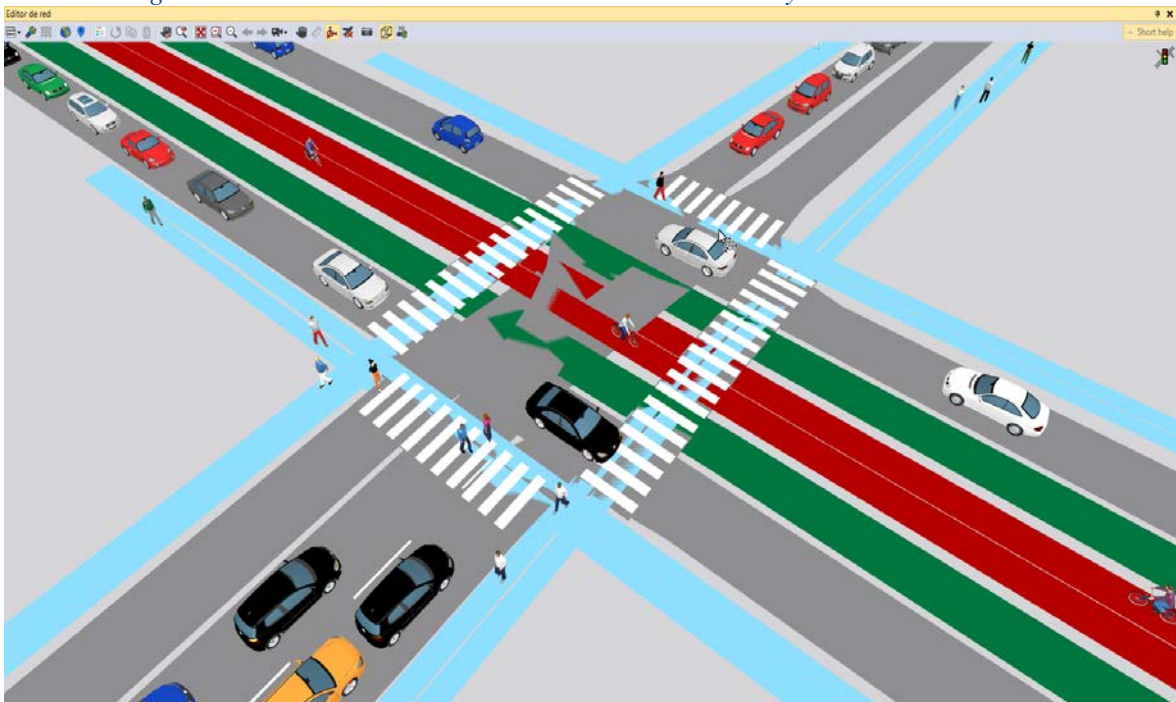


Figura N° 181. Modelado 3D de la Intersección Calle Almagro con Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 182. Modelado 3D de la Intersección Calle Ayacucho con Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

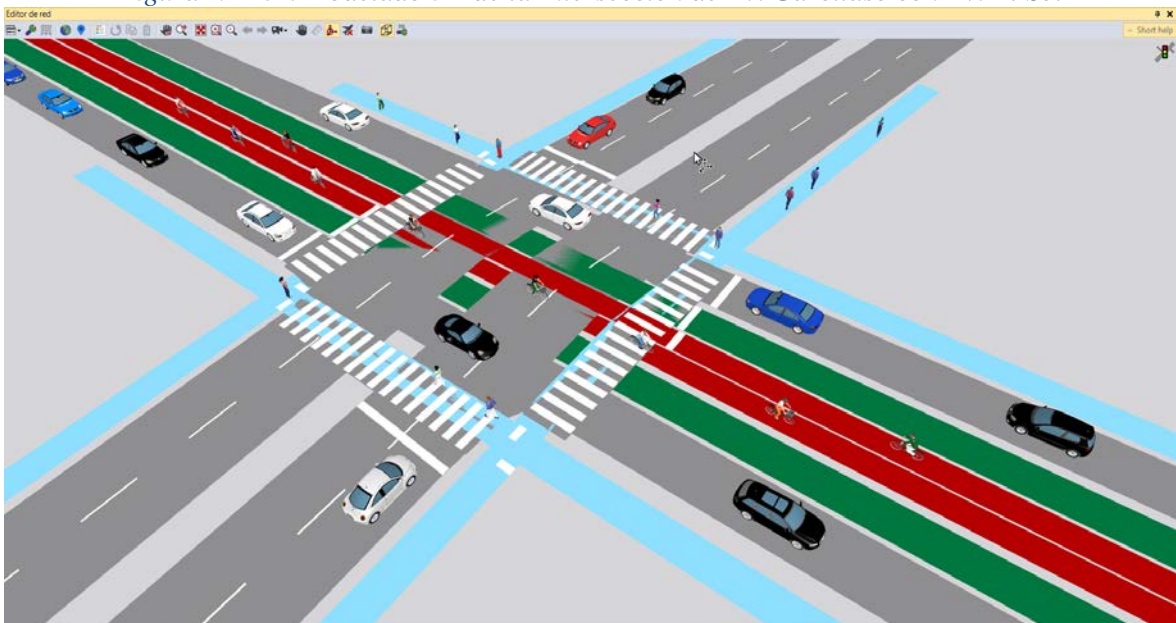


Figura N° 183. Modelado 3D de la Intersección Calle Arrayan/Pte. Rosario con Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

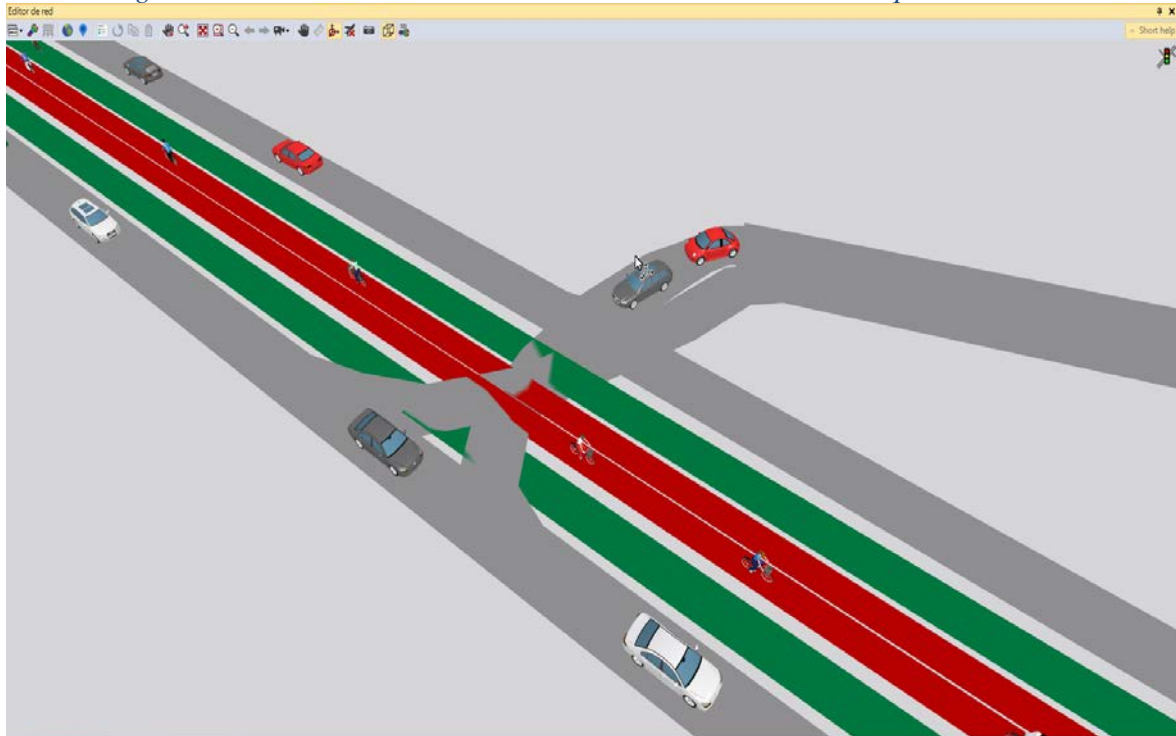
Figura N° 184. Modelado 3D de la Intersección de Av. Garcilaso con Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 185. Modelado 3D de la Intersección de Av. Pachacutecq con Av. El Sol



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 186. Modelado 3D de la Intersección Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional



Fuente: Elaboración propia.

3.6.8. Construcción del modelo, calibración y validación del proyecto

La metodología para la elaboración del modelo microscópico de la investigación consiste en la construcción, verificación, calibración y validación del modelo; procesos que se realizaron con el uso del programa Vissim.



Para la construcción del modelo se toma la información de entrada comprende la imagen obtenida por el Google earth la cual corresponde a las 07 intersecciones de la Av. El sol y los datos de campo obtenidos en los aforos los cuales posteriormente se usa para desarrollar el modelo y se verifica que sean correctos y que la animación refleje el comportamiento real de los vehículos. Luego, se calibra el programa con parámetros de simulación diferentes hasta que los datos del programa coincidan con los recolectados en campo. Finalmente, se realiza la validación del modelo ante diferentes datos de entrada para comprobar que los resultados obtenidos sean similares a los obtenidos en campo. Estos procesos se describen a continuación.

3.6.8.1. Construcción del modelo

- Inserción y escala de imagen de fondo

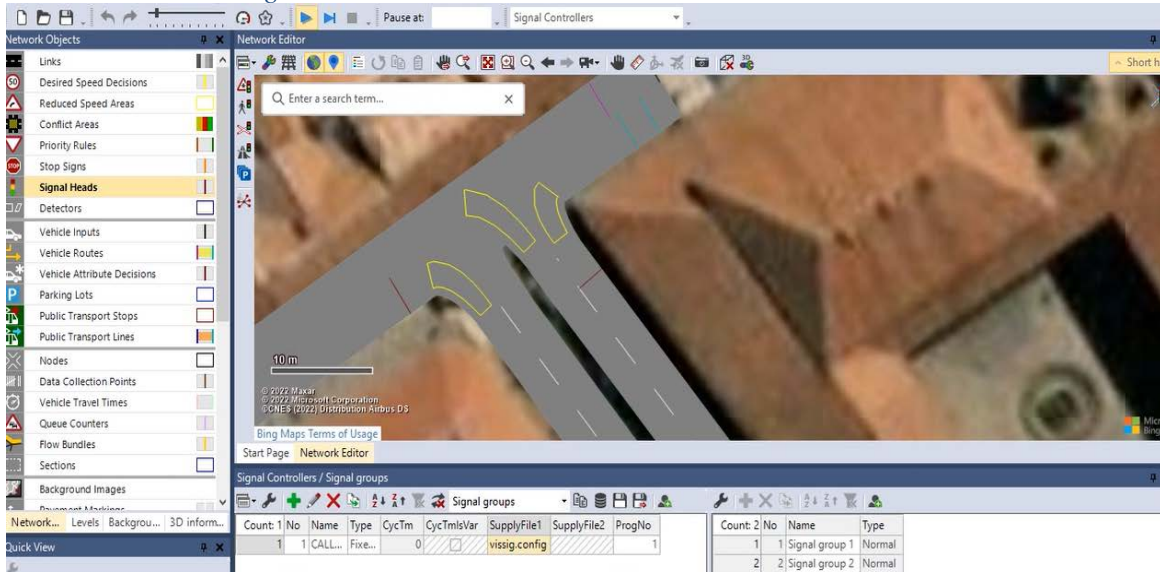
Como primer paso se utiliza el plano obtenido del levantamiento topográfico la cual se convierte en imagen de fondo de la intersección a analizar, además se insertar la imagen de fondo con un clic derecho después de seleccionar la herramienta Background Images. Para ajustar la escala de la imagen, se utiliza la opción Set Scale que aparece al presionar la tecla Ctrl y clic derecho en la imagen. Conocidos los anchos de los carriles, se delimita el segmento y se coloca la verdadera magnitud en el cuadro de diálogo. Se sugiere bloquear el movimiento de la imagen de fondo después de ajustar la escala haciendo clic en el candado ubicado a la izquierda de la herramienta Background Images.

- Creación de vías y conectores

A continuación, se procede a dibujar los carriles de tráfico utilizando la herramienta Links y Conectores. Primero se selecciona la herramienta Links y se crean las vías correspondientes a la intersección, tomando en cuenta la dirección del tráfico y asignando el número de carriles y su ancho. Luego se conectan estas vías arrastrando el cursor con clic derecho desde el final de un carril de origen hasta el inicio del carril de destino.



Figura N°187. Creación de vías en intersecciones en Vissim



Fuente: Elaboración propia.

- Creación de vías peatonales

El trayecto de los peatones no se limita a las aceras, sino que también incluye la travesía de las avenidas para llegar a su destino. Para facilitar esto, se crean caminos peatonales con la herramienta Links de Vissim, que les permite moverse entre áreas peatonales no contiguas. A diferencia de los conectores vehiculares, en el cuadro de diálogo Link, se selecciona la opción "use las pedestrian area" para permitir que las personas transiten en ambas direcciones por este camino. Es importante destacar que se establecieron cinco vías peatonales en este modelo, basándose en las observaciones y el conteo realizado.

- Creación de obstáculos

La creación de zonas de obstáculos se usa para limitar la movilidad de los peatones en áreas donde no hay obstrucciones. Las zonas estrechas de las aceras son observadas como elementos que interrumpen el flujo continuo de los peatones en la intersección. También se agregan edificaciones como obstáculos, no para obstruir el paso, sino para restringir el movimiento de los peatones a las aceras durante la simulación.

Se utiliza la herramienta Obstacle para delimitar las áreas donde se encuentran obstáculos. Se empieza trazando estas zonas con un clic derecho y luego se definen como obstáculos en el cuadro de diálogo correspondiente.

- Ingreso de velocidades de giro y velocidades de cruce

Se deben asignar diferentes distribuciones de velocidades a los giros y cruces peatonales presentes en la zona. Para hacerlo, se comienza seleccionando la herramienta Reduced Speed



Áreas y se delimita la zona de giro o cruce con un clic derecho. Luego, aparecerá un cuadro de diálogo donde se le asigna a cada clase de vehículo o peatón su respectiva distribución de velocidad

- Composición vehicular

La proporción de vehículos para cada entrada en el sistema se ha establecido a partir del análisis de los datos de campo. Para ingresar esta información al modelo, se utiliza la función "Vehicle Compositions" en la pestaña "Traffic". Para cada entrada se asigna un nombre y se especifica los tipos de vehículos presentes, su porcentaje y velocidad correspondiente.

- Ingreso de aforos vehiculares y peatonales

Para ingresar el volumen de vehículos y peatones que ingresan a la intersección, se utilizan las herramientas Vehicle Inputs y Pedestrian Inputs, respectivamente. Una vez seleccionada la herramienta, se hace clic derecho en el punto de inicio del recorrido o área de salida correspondiente.

- Definición de rutas vehiculares y peatonales

Después de introducir los datos de tráfico de vehículos y peatones, se procede a distribuir el flujo entre las diferentes rutas disponibles. En el caso de los vehículos, se establece la proporción de vehículos que se dirigen a cada destino desde una ubicación específica.

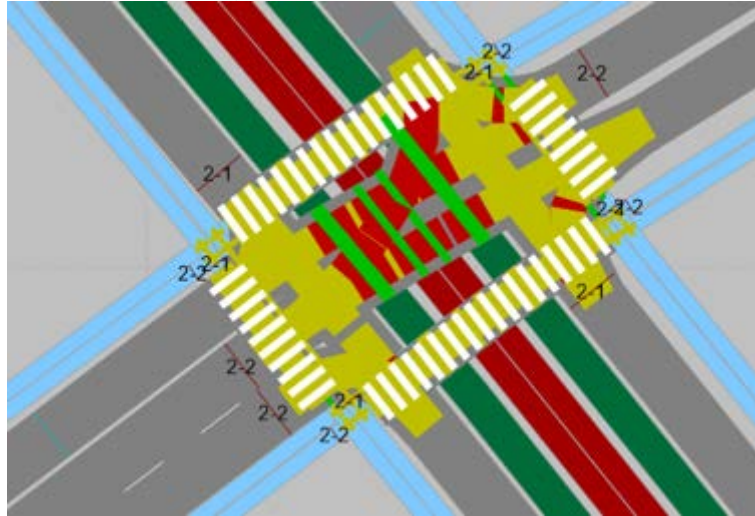
- Solución de zonas de conflicto

Como última etapa en la construcción del modelo, se establecen reglas de prioridad entre vehículos y peatones en áreas de conflicto. Por ejemplo, cuando el semáforo cambia de rojo a verde y los peatones aún están cruzando la calle, los vehículos deben esperar a que las personas terminen de cruzar antes de continuar su marcha. En este proyecto se utilizan dos herramientas, Priority Rules y Conflict Areas, basadas en lo observado durante la recolección de datos de campo.

La herramienta Conflict Areas se utiliza para identificar zonas donde los conductores suelen esperar a otros usuarios para pasar en intersecciones. Al activarla, las áreas de conflicto se somborean automáticamente en amarillo. Para establecer qué vía tiene preferencia sobre la otra, se selecciona y se pinta de verde, mientras que la otra se somborea en rojo. Esto restringe el movimiento de los usuarios en el área de conflicto hasta que la vía verde esté despejada.



Figura N° 188. Definición de conflictos en el programa Vissim



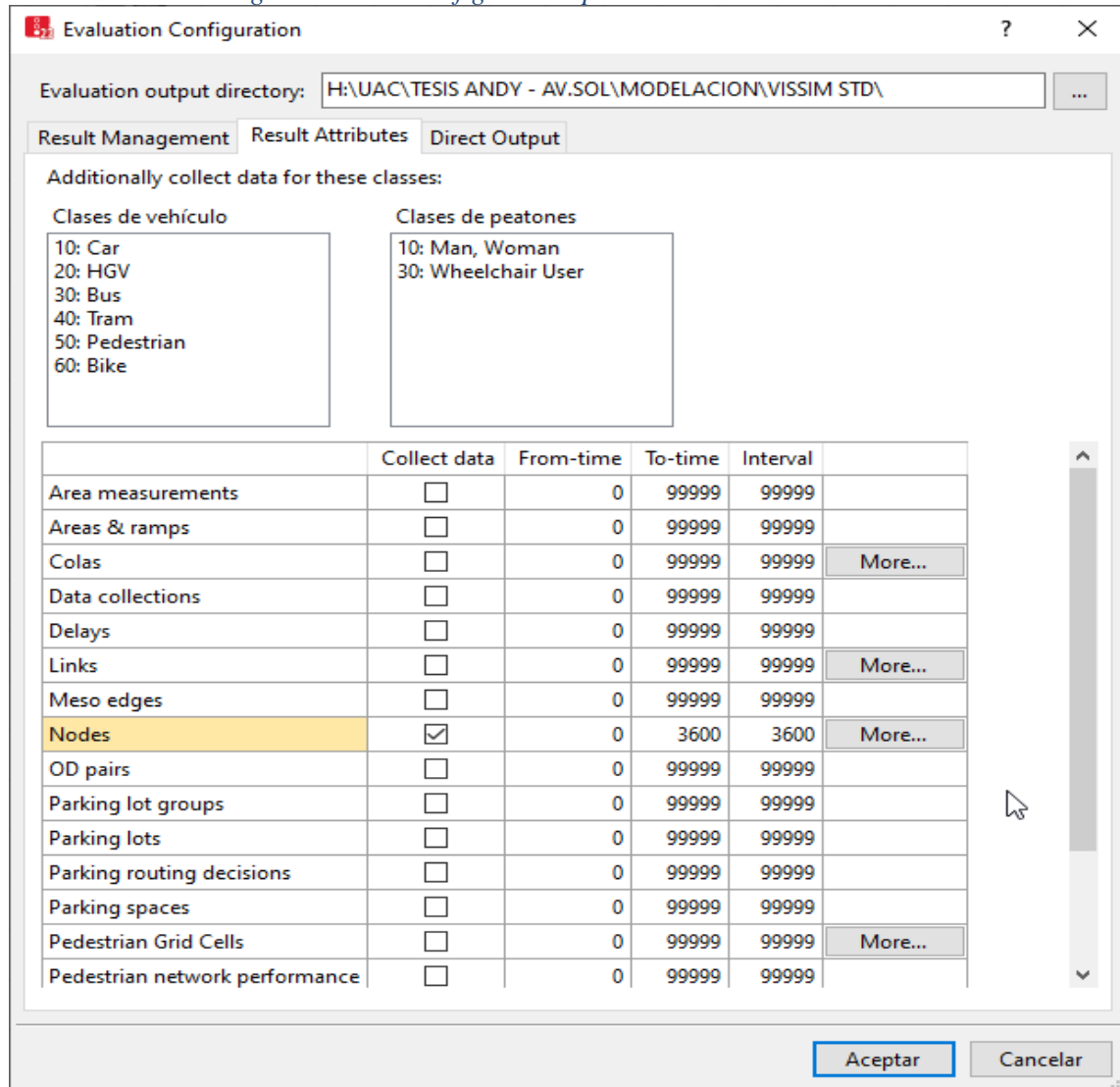
Fuente: Elaboración propia.

3.6.8.2. Verificación del modelo

Este proceso implica verificar la exactitud de los datos de entrada en relación con los registros de campo y luego ejecutar el modelo para asegurarse de que el comportamiento de los vehículos y peatones coincida con las videograbaciones de la zona. Durante este proyecto, surgieron dos problemas en el desarrollo del modelo. En primer lugar, después de la ejecución, se recibió un mensaje de error que indicaba que el volumen ingresado no se había completado. Se verificaron los datos de entrada y se descubrió que el error se debía a la composición vehicular incorrecta, ya que se había ingresado incorrectamente el porcentaje de participación de los triciclos.

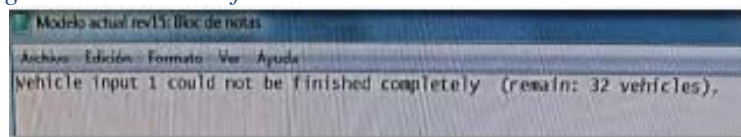
Durante el proceso de resolución de zonas de conflicto, se identificó un segundo problema. Después de ejecutar el modelo, se notó que los vehículos se cruzaban en una zona, lo que indicaba que faltaba una regla de prioridad. Después de solucionar el problema, se volvió a ejecutar el programa para confirmar que la solución fue efectiva.

Figura N° 189. Configuración para la evaluación en vissim



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 190. Identificación de errores en el desarrollo del modelo



Fuente: Elaboración propia.

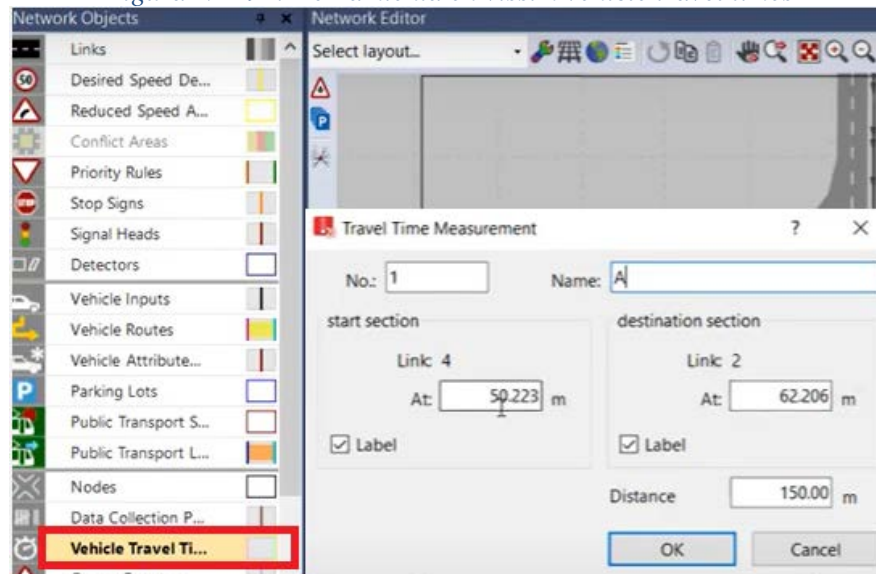
3.6.8.3. Calibración del modelo

Después de crear el modelo en el software, se procedió a la calibración, que implica ajustar los parámetros de Wiedemann para que los resultados producidos por el software se acerquen a los datos de campo con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10% de la media, se utilizará un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$, lo que significa que el resultado tendrá una confianza del 95%. Las demoras se han establecido como el parámetro de



eficiencia a evaluar. Para la calibración vehicular, se seleccionan los tramos de evaluación y se les asignan las intersecciones donde se midieron las demoras durante el trabajo de campo.

Figura N° 191. Herramienta en vissim vehicle travel times



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los parámetros de eficiencia adoptados para la presente investigación son las demoras, se consideran luego de un tiempo de estabilización (warm up) de 600 segundos donde para cada simulación el tiempo total es de 3600 segundos. Estas especificaciones se incorporan mediante la opción Configuration de la ficha Evaluation, donde se activa la data a coleccionar. Antes de evaluar el modelo en vissim, se establecen los parámetros de simulación vehicular, es decir el número semilla inicial, el número de corridas, el incremento del número semilla y la velocidad de simulación. Estos valores se introducen en el cuadro Simulation parameters que se abre al seguir la dirección Simulation/Parameters.

En las intersecciones objeto de estudio, se realizan 20 corridas con un incremento de 1 y la velocidad de simulación máxima. La primera corrida se ejecuta con los parámetros por defecto del programa para el comportamiento del conductor y del peatón, y se ajustan los parámetros de la opción Driving Behaviors y Pedestrian Behaviors en la ficha Base Data. Los parámetros de seguimiento vehicular de Wiedemann 74 que se encuentran en el programa vissim se modifican para el comportamiento del conductor, los cuales son la demora media (ax) que inicialmente es 2.0; y los valores usados para el cálculo de parada bx(add) y bx(mult), que son 2.0 y 3.0.



- Calibración vehicular

El parámetro de evaluación utilizado es la demora y se realizan 20 corridas en la microsimulación. Cada corrida utiliza diferentes parámetros de Wiedemann, siendo la primera con los valores por defecto del programa. Se observa que el valor principal de Wiedemann, α , no refleja el comportamiento de los conductores en el Perú. Se verifica si el número de corridas realizadas cumple con un número mínimo para cada tramo y se comparan los resultados obtenidos con los datos de campo, los resultados se pueden observar en las tablas 61, 62, 63, 64, 65, 66 y 67; En cada tabla se incluyen la media, el valor máximo y mínimo, la desviación estándar, el margen de error aceptado (10% en este proyecto), la variable t-student, y la diferencia de medias entre los valores obtenidos en campo y en Vissim.

Entonces, es necesario verificar que la diferencia entre las medias se encuentre en la zona de aceptación, y esto se logra mediante la calibración.

3.6.8.4. Validación del modelo

Después de la calibración del modelo, se requiere examinar el desempeño vehicular con nuevos datos de entrada. Una vez ingresados, se aplican los mismos parámetros de comportamiento del conductor obtenidos en la calibración y se realizan 20 corridas, obtenidos los datos en cada corrida se las cuales se presentan en la tabla 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67 y 68 respectivamente después de la simulación con los parámetros calibrados, se verifica si el número de corridas es suficiente y se realiza un análisis estadístico de la data de salida para determinar si el comportamiento del modelo es similar al de la realidad.

- Validación vehicular

En las 07 intersecciones de estudio, las demoras siguen siendo el parámetro de eficiencia, tal como en la calibración. Se presentan en las tablas 59 y 60 los resultados resumidos de los 20 conjuntos de datos obtenidos para cada tramo. Para cada tramo, se realiza una prueba de hipótesis nula comparando la data de campo con la data de salida de Vissim.

Los análisis efectuados en las siete intersecciones seleccionadas indican que la diferencia entre las medias obtenidas cae dentro del rango de aceptación, lo que confirma la validación del modelo vehicular. Además, se evidencia que la cantidad de corridas supera el mínimo requerido.



Tabla N° 59. Demoras en intersecciones - situación actual

N° de corrida	Intervalo de tiempo (seg)	Av. El Sol – Calle Mantas (seg.)	Av. El Sol – Calle Almagro (seg.)	Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afigios (seg.)	Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan (seg.)	Av. El Sol – Calle Garcilaso (seg.)	Av. El Sol – Calle Pachacutec (seg.)	Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional. (seg.)
1	600-3600	53.71	12.44	33.96	15.09	13.91	0.03	35.29
2	600-3600	54.42	12.48	33.86	14.94	14.27	0.03	35.02
3	600-3600	54.63	12.38	33.96	15.02	15.45	0.04	35.35
4	600-3600	54.63	12.38	33.96	15.14	14.56	0.05	36.74
5	600-3600	53.30	12.28	34.12	15.19	14.32	0.05	37.64
6	600-3600	53.81	13.45	33.88	14.99	14.30	0.04	36.70
7	600-3600	54.80	12.33	33.86	15.87	15.65	0.04	35.35
8	600-3600	54.32	12.54	34.20	15.21	13.89	0.04	34.99
9	600-3600	53.50	13.54	33.88	14.99	15.54	0.05	39.20
10	600-3600	54.22	12.41	35.40	15.20	14.44	0.03	36.76
11	600-3600	53.91	12.46	34.02	16.76	14.00	0.04	34.99
12	600-3600	53.50	13.50	35.60	15.20	14.44	0.03	34.90
13	600-3600	53.81	12.36	33.35	14.68	15.20	0.03	35.04
14	600-3600	54.63	12.44	34.17	15.67	14.00	0.05	35.04
15	600-3600	55.45	12.48	34.09	15.86	14.65	0.07	35.29
16	600-3600	54.42	13.10	36.32	16.64	13.89	0.05	35.29
17	600-3600	53.81	12.38	34.12	15.09	14.78	0.03	34.99
18	600-3600	54.63	12.38	34.01	16.54	14.53	0.05	35.04
19	600-3600	54.42	12.88	34.08	15.19	14.18	0.04	34.99
20	600-3600	54.83	12.28	34.37	15.02	14.68	0.03	35.04
	Media	54.24	12.62	34.26	15.41	14.54	0.04	35.68
	ϕ	5.75	3.41	9.28	7.02	5.72	0.00	24.84
	Maximo	55.45	13.54	36.32	16.76	15.65	0.07	39.20
	Minimo	53.30	12.28	33.35	14.68	13.89	0.03	34.90

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 60. Demoras en intersecciones - Vissim

N° de corrida	Intervalo de tiempo (seg)	Av. El Sol – Calle Mantas (seg.)	Av. El Sol – Calle Almagro (seg.)	Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos (seg.)	Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan (seg.)	Av. El Sol – Calle Garcilaso (seg.)	Av. El Sol – Calle Pachacutec (seg.)	Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional. (seg.)
1	600-3600	52.50	12.16	33.20	14.75	13.60	0.03	34.50
2	600-3600	53.20	12.20	33.10	14.60	13.95	0.03	34.23
3	600-3600	53.40	12.10	33.20	14.68	14.20	0.04	34.56
4	600-3600	53.40	12.10	33.20	14.80	14.23	0.05	34.25
5	600-3600	52.10	12.00	33.35	14.85	14.00	0.04	34.23
6	600-3600	52.60	12.10	33.12	14.65	13.98	0.03	34.25
7	600-3600	53.20	12.05	33.10	14.87	14.15	0.04	34.56
8	600-3600	53.10	12.10	33.23	14.87	13.58	0.04	34.20
9	600-3600	52.30	12.14	33.12	14.65	13.78	0.05	34.21
10	600-3600	53.00	12.13	33.21	14.86	14.12	0.03	34.23
11	600-3600	52.70	12.18	33.26	14.65	13.69	0.03	34.20
12	600-3600	52.30	12.06	32.95	14.86	14.12	0.03	34.12
13	600-3600	52.60	12.08	32.60	14.35	13.25	0.03	34.25
14	600-3600	53.40	12.16	33.40	14.48	13.69	0.05	34.25
15	600-3600	54.20	12.20	33.32	14.56	14.32	0.05	34.50
16	600-3600	53.20	12.10	33.25	14.68	13.58	0.04	34.50
17	600-3600	52.60	12.10	33.35	14.75	13.56	0.03	34.20
18	600-3600	53.40	12.10	33.25	14.63	14.20	0.04	34.25
19	600-3600	53.20	12.03	33.31	14.85	13.86	0.04	34.20
20	600-3600	53.60	12.00	33.60	14.68	14.35	0.03	34.25
	Media	53.00	12.10	33.21	14.70	13.91	0.04	34.30
	ϕ	5.22	0.07	0.74	0.38	1.78	0.00	0.37
	Maximo	54.20	12.20	33.60	14.87	14.35	0.05	34.56
	Minimo	52.10	12.00	32.60	14.35	13.25	0.03	34.12

Fuente: Elaboración propia.

Para la calibración se muestra los resultados con la variación entre las demoras registradas en campo y las analizadas en el programa vissim los cuales tiene una variación mínima con lo cual se muestra en cada intersección, con lo que se registra en segundos y en porcentaje, a continuación, se muestra estos resultados para cada intersección de la vía en estudio la cual consta de lo siguiente:



Tabla N° 61. Resultados calibración Intersección calle Mantas con av. El Sol

Demoras: Av. El Sol – Calle Mantas		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	53.00	54.23
Valor maximo (seg.)	54.20	55.45
Valor minimo (seg.)	52.10	53.30
Desviacion Estandar (seg.)	0.5242	0.5502
Error (seg.)	5.30	5.42
$t(1-\alpha/2).N-1$	0.2747	0.2875
N minimo	0.1648	0.1708
Diferencia de medias (seg.)	-1.24	
Porcentaje	2.28%	2.23%
Promedio de variacion	2.26%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 62. Resultados calibración Intersección calle Almagro con av. El Sol

Demoras: Av. El Sol – Calle Almagro		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	12.62	12.10
Valor maximo (seg.)	13.54	12.20
Valor minimo (seg.)	12.28	12.00
Desviacion Estandar (seg.)	0.423809053	0.058532492
Error (seg.)	1.26	1.21
$t(1-\alpha/2).N-1$	0.040521603	0.03872
N minimo	0.116637616	0.043270584
Diferencia de medias (seg.)	0.52	
Porcentaje	3.83%	4.25%
Promedio de variacion	4.04%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 63. Resultados de la calibración en la intersección av. El sol con calle Ayacucho con calle Afligidos

Demoras: Av. El Sol - Calle Ayacucho – Calle Afligidos		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	34.26	33.21
Valor maximo (seg.)	36.32	33.60
Valor minimo (seg.)	33.35	32.60
Desviacion Estandar (seg.)	0.6989	0.1968
Error (seg.)	3.43	3.32
$t(1-\alpha/2).N-1$	0.0405	0.0387
N minimo	0.0909	0.0479
Diferencia de medias (seg.)	1.06	
Porcentaje	2.91%	3.14%
Promedio de variacion	3.02%	

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 64. Resultados de la calibración en la intersección av. El sol con calle pte. rosario con calle Arrayan

Demoras: Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	15.41	14.70
Valor maximo (seg.)	16.76	14.87
Valor minimo (seg.)	14.68	14.35
Desviacion Estandar (seg.)	0.6077	0.1420
Error (seg.)	1.54	1.47
t(1- α /2).N-1	0.0211	0.0202
N minimo	0.0912	0.0441
Diferencia de medias (seg.)	0.71	
Porcentaje	4.24%	4.78%
Promedio de variacion	4.51%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Resultados de la calibración en la intersección Av. el Sol con calle Garcilaso

Demoras: Av. El Sol – Calle Garcilaso		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	14.54	13.91
Valor maximo (seg.)	15.65	14.35
Valor minimo (seg.)	13.89	13.25
Desviacion Estandar (seg.)	0.5485	0.3062
Error (seg.)	1.4535	1.3911
t(1- α /2).N-1	0.0981	0.0937
N minimo	0.1924	0.1436
Diferencia de medias (seg.)	0.62	
Porcentaje	3.99%	4.35%
Promedio de variacion	4.17%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 66. Resultados de la calibración en la intersección Av. el Sol con calle Pachacutecq

Demoras: Av. El Sol – Calle Pachacutecq		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	0.04	0.04
Valor maximo (seg.)	0.07	0.05
Valor minimo (seg.)	0.03	0.03
Desviacion Estandar (seg.)	0.0108	0.0079
Error (seg.)	0.004	0.004
t(1- α /2).N-1	0.0001	0.0001
N minimo	0.0133	0.0117
Diferencia de medias (seg.)	0.0042	
Porcentaje	6.47%	8.41%
Promedio de variacion	7.44%	

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 67. Resultados de la calibración en la intersección Av. el Sol con av. Tullumayo con av. Regional

Demoras: Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional		
	Campo	Vissim
Promedio (seg.)	35.68	34.30
Valor maximo (seg.)	39.20	34.56
Valor minimo (seg.)	34.90	34.12
Desviacion Estandar (seg.)	1.1433	0.1386
Error (seg.)	3.57	3.43
t(1- α /2).N-1	0.0201	0.0192
N minimo	0.0803	0.0279
Diferencia de medias (seg.)	1.39	
Porcentaje	3.53%	4.01%
Promedio de variacion	3.77%	

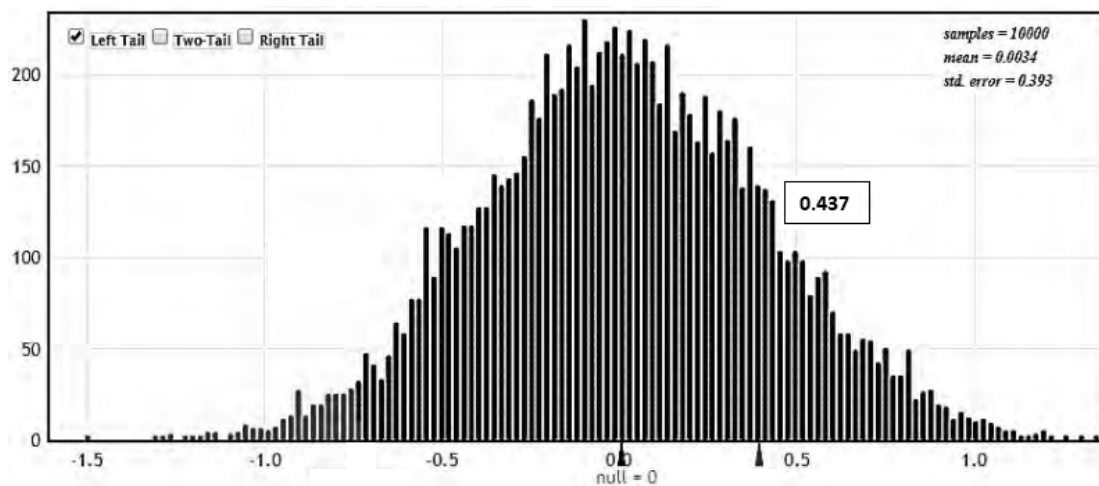
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68. Resumen de resultados para la calibración

N°	Intersecciones	Demoras (seg.)
1	Av. El Sol – Calle Mantas	-1.237
2	Av. El Sol – Calle Almagro	0.519
3	Av. El Sol - Calle Ayacucho – Calle Afligidos	1.055
4	Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	0.711
5	Av. El Sol – Calle Garcilaso	0.625
6	Av. El Sol – Calle Pachacutec	0.004
7	Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional	1.385
	Promedio	0.437

Fuente: Elaboración propia.

Figura 192. Prueba de hipótesis nula vehicular



Fuente: Elaboración propia.



Capítulo IV: Resultados

Se realizó el modelamiento de la situación actual y el planteamiento de rediseño geométrico con de la sección transversal, obteniendo resultados favorables para la investigación, con los componentes de: Longitud de cola, niveles de Servicio y demoras

4.1. Resultados del análisis del sistema vial actual

1. Av. El Sol – Calle Mantas: En esta intersección se tiene en demoras 53 seg. en longitud de cola 12.7 m. y en niveles de servicio D.
2. Av. El Sol – Calle Almagro: En esta intersección se tiene en demoras 12.1 seg. en longitud de cola 4.41 m. y en niveles de servicio A.
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos: En esta intersección se tiene en demoras 33.21 seg. en longitud de cola 20.8 m. y en niveles de servicio C.
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan: En esta intersección se tiene en demoras 14.7 seg. en longitud de cola 8.43 m. y en niveles de servicio B.
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso: En esta intersección se tiene en demoras 13.91 seg. en longitud de cola 4.95 m. y en niveles de servicio B.
6. Av. El Sol – Calle Pachacutec: En esta intersección se tiene en demoras 0.04 seg. en longitud de cola 0.1 m. y en niveles de servicio A.
7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional: En esta intersección se tiene en demoras 34.3 seg. en longitud de cola 34.7 m. y en niveles de servicio C.

Tabla N° 69. Resultados - Intersección calle Mantas con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	1-19: CA. MANTAS@31.7-2: AV. SOL@8.0	35.8	LOS_D	44.07
0-3600	1-26@69.6-2: AV. SOL@8.0	1.93	LOS_D	40.12
0-3600	1-26@69.6-20: CA. MANTAS@10.6	1.93	LOS_C	29.01
0-3600	1-35@12.3-34@61.5	23.09	LOS_F	189.26
0-3600	1-35@12.3-10041@9.5	17.73	LOS_F	174.41
0-3600	1-37@12.4-10040@11.8	16.04	LOS_F	162.25
0-3600	1-38: AV. SOL@99.9-20: CA. MANTAS@10.6	8.18	LOS_B	15.76
0-3600	1-38: AV. SOL@99.9-27: MANTAS 2@6.1	8.18	LOS_C	20.11
0-3600	1-10039@3.7-10039@10.9	21.43	LOS_F	186.34
0-3600	1-10042@4.1-36@6.1	11.6	LOS_F	87.33
0-3600	1	12.76	LOS_D	53.00

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 70. Resultados - Intersección calle Almagro con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	2-2: AV. SOL@103.2-7: CA. ALMAGRO@4.4	9.23	LOS_C	19.42
0-3600	2-2: AV. SOL@103.2-39: AV. SOL@30.3	9.57	LOS_C	15.61
0-3600	2-8@97.8-39: AV. SOL@30.3	0.71	LOS_A	6.60
0-3600	2-30: AV. SOL@927.6-7: CA. ALMAGRO@4.4	11.91	LOS_B	14.93
0-3600	2-30: AV. SOL@927.6-38: AV. SOL@4.9	11.91	LOS_B	11.10
0-3600	2-40@7.2-63@23.8	0.84	LOS_A	3.05
0-3600	2-66@11.0-66@46.5	1.88	LOS_A	4.85
0-3600	2-67@12.5-65@34.5	0.89	LOS_A	0.21
0-3600	2-67@12.5-67@48.1	0.89	LOS_A	0.13
0-3600	2-68@5.7-63@23.8	0.24	LOS_A	0.00
0-3600	2-68@5.7-68@41.2	0.24	LOS_A	0.00
0-3600	2	4.41	LOS_B	12.20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 71. Resultados - Intersección calle Ayacucho con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	3-3: CA. AFLIGIDOS@155.7-6: CA. AYACUCHO@13	64.59	LOS_C	29.73
0-3600	3-3: CA. AFLIGIDOS@155.7-30: AV. SOL@856.8	64.59	LOS_D	35.92
0-3600	3-5: CA. AYACUCHO@164.9-4@9.8	124.68	LOS_E	71.33
0-3600	3-5: CA. AYACUCHO@164.9-39: AV. SOL@149.2	124.68	LOS_F	82.57
0-3600	3-30: AV. SOL@806.9-4@9.8	16.76	LOS_A	9.27
0-3600	3-30: AV. SOL@806.9-30: AV. SOL@856.8	14.68	LOS_B	16.81
0-3600	3-39: AV. SOL@100.7-6: CA. AYACUCHO@13.8	6.41	LOS_A	7.60
0-3600	3-39: AV. SOL@100.7-39: AV. SOL@149.2	6.41	LOS_B	13.70
0-3600	3-47@5.6-47@56.4	4.7	LOS_B	17.75
0-3600	3-48@4.8-48@55.4	3.16	LOS_B	12.00
0-3600	3-49@32.4-49@81.1	4.92	LOS_B	12.69
0-3600	3-50@24.8-50@73.5	1.37	LOS_C	27.73
0-3600	3-71@6.9-71@54.7	4.51	LOS_B	15.58
0-3600	3-72@7.4-72@55.0	7.04	LOS_B	18.38
0-3600	3-73@32.7-73@80.9	6.23	LOS_C	28.44
0-3600	3-74@24.3-74@72.4	10.67	LOS_D	35.07
0-3600	3	20.75	LOS_C	33.21

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 72. Resultados - Intersección calle Arrayan/Pte. Rosario con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	4-30: AV. SOL@619.5-30: AV. SOL@673.8	11.81	LOS_B	12.66
0-3600	4-30: AV. SOL@619.5-57: CA. PUENTE ROSARIO@2	11.81	LOS_B	13.91
0-3600	4-39: AV. SOL@283.6-39: AV. SOL@337.2	10.55	LOS_B	12.08
0-3600	4-39: AV. SOL@283.6-57: CA. PUENTE ROSARIO@2	10.55	LOS_B	12.53
0-3600	4-56: CA. PUENTE ROSARIO@226.1-30: AV. SOL@6	26.09	LOS_B	19.49
0-3600	4-56: CA. PUENTE ROSARIO@226.1-39: AV. SOL@3	26.09	LOS_C	23.58
0-3600	4-56: CA. PUENTE ROSARIO@226.1-55: CA. ARRAY	26.09	LOS_B	18.64
0-3600	4-80@5.6-85@41.1	4.44	LOS_B	15.83
0-3600	4-81@0.3-83@58.6	5.09	LOS_B	10.56
0-3600	4-82@1.8-79@47.7	4.1	LOS_A	6.28
0-3600	4-83@4.0-83@58.6	2.53	LOS_C	22.73
0-3600	4-84@1.3-79@47.7	2.8	LOS_C	33.87
0-3600	4	8.43	LOS_B	14.76

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 73. Resultados - Intersección avenida Garcilaso con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	5-30: AV. SOL@264.1-30: AV. SOL@317.2	10.19	LOS_B	11.73
0-3600	5-30: AV. SOL@264.1-60@137.3	10.19	LOS_A	9.54
0-3600	5-39: AV. SOL@640.5-39: AV. SOL@694.4	11.03	LOS_B	12.46
0-3600	5-39: AV. SOL@640.5-59: AV. GARCILASO@178.3	11.03	LOS_B	13.56
0-3600	5-59: AV. GARCILASO@118.0-30: AV. SOL@317.2	17.25	LOS_B	19.90
0-3600	5-59: AV. GARCILASO@118.0-59: AV. GARCILASO@	17.25	LOS_B	16.70
0-3600	5-60@77.1-39: AV. SOL@694.4	1.21	LOS_B	10.77
0-3600	5-60@77.1-60@137.3	6.48	LOS_B	15.17
0-3600	5-86@15.9-86@68.0	1.75	LOS_A	9.93
0-3600	5-87@6.6-87@59.0	1.66	LOS_A	3.18
0-3600	5-88@8.6-88@63.0	4.07	LOS_A	9.11
0-3600	5-89@11.5-89@66.0	1.31	LOS_B	11.19
0-3600	5-90@10.8-90@70.8	1.09	LOS_B	13.33
0-3600	5-91@12.0-91@72.0	1.97	LOS_B	11.18
0-3600	5-92@12.7-92@70.8	2.73	LOS_C	25.19
0-3600	5-93@13.2-93@69.4	3.65	LOS_C	21.74
0-3600	5	4.95	LOS_B	13.91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 74. Resultados - Intersección avenida Pachacutec con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	6-30: AV. SOL@123.5-30: AV. SOL@175.4	0	LOS_A	0.22
0-3600	6-31: Av. Pachacutec@45.6-30: AV. SOL@175.4	0	LOS_A	0.08
0-3600	6-31: Av. Pachacutec@45.6-39: AV. SOL@833.2	0	LOS_A	0.02
0-3600	6-39: AV. SOL@780.6-32: Av. Pachacutec@22.3	0	LOS_A	0.18
0-3600	6-39: AV. SOL@780.6-39: AV. SOL@833.2	0	LOS_A	0.04

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 75. Resultados - Intersección Av. Pardo/Tullumayo con Avenida el Sol

INTERVALO	GIRO O MOVIMIENTO	LONG COLA	NDS	DEMORAS (SEG)
0-3600	6	0	LOS_A	0.13
0-3600	7-1: AV. SOL@84.2-16: Av. Tullumayo@36.1	66.17	LOS_D	46.35
0-3600	7-1: AV. SOL@84.2-28: Av. Pardo@36.7	66.17	LOS_D	51.56
0-3600	7-1: AV. SOL@84.2-30: AV. SOL@27.1	66.17	LOS_D	42.79
0-3600	7-15: Av. Pardo@48.3-16: Av. Tullumayo@36.1	48.49	LOS_E	79.03
0-3600	7-15: Av. Pardo@48.3-30: AV. SOL@27.1	48.49	LOS_C	34.22
0-3600	7-15: Av. Pardo@48.3-39: AV. SOL@1027.1	48.49	LOS_D	52.09
0-3600	7-23: Av. Tullumayo@68.6-28: Av. Pardo@36.7	17.78	LOS_D	46.34
0-3600	7-23: Av. Tullumayo@68.6-39: AV. SOL@1027.1	17.78	LOS_C	27.36
0-3600	7-39: AV. SOL@928.9-28: Av. Pardo@36.7	6.41	LOS_A	8.16
0-3600	7-39: AV. SOL@928.9-39: AV. SOL@1027.1	6.41	LOS_A	9.79
0-3600	7	34.72	LOS_C	34.30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 76. Resumen de resultados - situación actual

INTERSECCION	SITUACION ACTUAL 2022		
	DEMORAS (seg)	NDS	COLAS (m)
1. Av. El Sol – Calle Mantas	53	D	12.7
2. Av. El Sol – Calle Almagro	12.1	B	4.41
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	33.21	C	20.8
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	14.7	B	8.43
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso	13.91	B	4.95
6. Av. El Sol – Calle Pachacutec	0.04	A	0.1
7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.	34.3	C	34.7

Fuente: VISSIM

4.2. Resultados del análisis del sistema vial propuesto

Los resultados en cada intersección están basados en demoras, niveles de servicio y longitudes de cola, con el rediseño geométrico estas cambian debido a que la configuración de la vía cambia, los resultados se detallan a continuación:

1. Av. El Sol – Calle Mantas: En esta intersección se tiene en demoras 64.94 seg. en longitud de cola 12.46 m. y en niveles de servicio E.
2. Av. El Sol – Calle Almagro: En esta intersección se tiene en demoras 5.62 seg. en longitud de cola 1.26 m. y en niveles de servicio A.
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos: En esta intersección se tiene en demoras 27.88 seg. en longitud de cola 13.76 m. y en niveles de servicio C.
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan: En esta intersección se tiene en



- demoras 17.36 seg. en longitud de cola 7.02 m. y en niveles de servicio B.
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso: En esta intersección se tiene en demoras 15.73 seg. en longitud de cola 4.97 m. y en niveles de servicio B.
 6. Av. El Sol – Calle Pachacutec: En esta intersección se tiene en demoras 1.01 seg. en longitud de cola 0.43 m. y en niveles de servicio A.
 7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional: En esta intersección se tiene en demoras 30.76 seg. en longitud de cola 33.9 m. y en niveles de servicio C.

Tabla N° 77. Resumen de resultados - Propuesta de rediseño

INTERSECCION	PROPUESTA		
	DEMORAS (seg)	NDS	COLAS (m)
1. Av. El Sol – Calle Mantas	64.94	E	12.46
2. Av. El Sol – Calle Almagro	5.62	A	1.26
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	27.88	C	13.76
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	17.36	B	7.02
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso	15.73	B	4.97
6. Av. El Sol – Calle Pachacutec	1.01	A	0.43
7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.	30.67	C	33.9

Fuente: VISSIM

4.3. Comparación de los resultados

Los resultados de comparar la situación actual y en cada intersección están basados en demoras, niveles de servicio y longitudes de cola, con el rediseño geométrico estas cambian debido a que la configuración de la vía cambia, los resultados se detallan a continuación:

1. Av. El Sol – Calle Mantas: En esta intersección se tiene en demoras 64.94 seg. en longitud de cola 12.46 m. y en niveles de servicio E.
2. Av. El Sol – Calle Almagro: En esta intersección se tiene en demoras 5.62 seg. en longitud de cola 1.26 m. y en niveles de servicio A.
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos: En esta intersección se tiene en demoras 27.88 seg. en longitud de cola 13.76 m. y en niveles de servicio C.
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan: En esta intersección se tiene en demoras 17.36 seg. en longitud de cola 7.02 m. y en niveles de servicio B.
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso: En esta intersección se tiene en demoras 15.73 seg. en longitud de cola 4.97 m. y en niveles de servicio B.
6. Av. El Sol – Calle Pachacutec: En esta intersección se tiene en demoras 1.01 seg.



en longitud de cola 0.43 m. y en niveles de servicio A.

7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional: En esta intersección se tiene en demoras 30.76 seg. en longitud de cola 33.9 m. y en niveles de servicio C.

Tabla N° 78. Comparación de resultados

INTERSECCION	SITUACION ACTUAL 2022			PROPUESTA		
	DEMORAS (seg)	NDS	COLAS (m)	DEMORAS (seg)	NDS	COLAS (m)
1. Av. El Sol – Calle Mantas	53	D	12.7	64.94	E	12.46
2. Av. El Sol – Calle Almagro	12.1	B	4.41	5.62	A	1.26
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	33.21	C	20.8	27.88	C	13.76
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	14.7	B	8.43	17.36	B	7.02
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso	13.91	B	4.95	15.73	B	4.97
6. Av. El Sol – Calle Pachacutec	0.04	A	0.1	1.01	A	0.43
7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.	34.3	C	34.7	30.67	C	33.9

Fuente: VISSIM

4.4. Diferencia de resultados

Tabla N° 79 Diferencia de resultados.

DIFERENCIAS			
Intersecciones	DEMORAS (seg)	NDS	COLAS (m)
1. Av. El Sol – Calle Mantas	22.53%	E	-1.89%
2. Av. El Sol – Calle Almagro	-53.55%	A	-71.43%
3. Av. El Sol – Calle Ayacucho – Calle Afligidos	-16.05%	C	-33.85%
4. Av. El Sol – Calle Pte. Rosario – Calle Arrayan	18.10%	B	-16.73%
5. Av. El Sol – Calle Garcilaso	13.08%	B	0.40%
6. Av. El Sol – Calle Pachacutec	15.25%	E	-1.28%
7. Av. El Sol – Av. Tullumayo – Av. Regional.	-10.58%	C	-2.31%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la variación en las demoras y niveles de servicio son importantes habiéndose rediseñado la sección transversal genera un impacto vial realizado por los vehículos esto debido a que en el rediseño de la sección trasversal disminuye la cantidad de carriles en la avenida El Sol lo que ocasiona una reducción de vehículos privados que transitan por la vía tal como se plantea el concepto multimodal con prioridad a los peatones y ciclistas. Para la priorización de la movilidad del ciclista se plantea la construcción de una



ciclovía en ambos sentidos en la berma central por lo que se da una mayor importancia a los ciclistas que transitaran en dicha zona

Para la priorización de la movilidad de los peatones se amplía la berma central donde se tiene una exclusividad para el transporte a pie lo cual genera que estos puedan transitar de manera adecuada por toda la vía también se reduce los peligros de sufrir accidentes de tránsito ya que esta área se encuentra adecuadamente aislada de la vía por donde circulan los vehículos.



Capítulo V: Discusión

Discusión 1:

¿El diseño de la sección transversal que se tiene actualmente nos brinda de un nivel de servicio adecuado para la circulación vehicular, peatonal y ciclista?

No, debido a que actualmente las características geométricas de la vía, genera congestión vehicular y aglomeración peatonal en algunas zonas por lo que se incrementa las demoras, no brinda una adecuada circulación a los peatones debido a que no cuenta con un área exclusiva para la movilidad peatonal y no cuenta con una ciclovía para el transporte en bicicletas debido a esto no da el confort y seguridad a los peatones.

Discusión 2:

¿Es posible la adecuación de los métodos y aplicación de la metodología del HCM (Highway Capacity Manual) para el análisis de la capacidad vial de la Av. el Sol y su rediseño geométrico de la sección transversal?

Si, siendo el Highway Capacity Manual un manual norteamericano es capaz de adecuarse a la realidad del transporte en el Cusco y en nuestro país donde no contamos con un manual para el análisis de la capacidad y nivel de servicio, se puede apreciar en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 al utilizar la metodología, esta se cuenta con los valores como la geometría, demanda vehicular y condiciones geométricas y semafóricas con las que se cuenta en la zona de estudio por lo que estas son concurrentes entre si.

Discusión 3:

¿Es factible modificar la sección de la vía que se tiene actualmente con el planteamiento del nuevo rediseño de la sección transversal con prioridad peatonal y ciclista al largo de la Av. El Sol?

Si, es posible la aplicación de la nueva sección transversal lo mismo debe corresponder a un análisis más profundo que conlleva diferentes aspectos, en la presente investigación se realiza como un caso hipotético donde se plantea dicho rediseño basándose en sus variables además en esta cuenta con un levantamiento topográfico, aforos, cálculos de tiempos de demoras y niveles de servicio, que le proporcionan una base en la concepción de la ingeniería



Discusión 4:

¿Porque en las intersecciones de estudio cuenta con diferentes niveles de capacidad vial y servicio?

La metodología del Highway Capacity Manual con la que se realiza el estudio en la presente tesis, considera las características geométricas, semaforicas, volúmenes vehiculares y peatonales que contiene las intersecciones, lo que indica que cada intersección se analiza de manera individual y por lo cual se tiene diferente capacidad y nivel de servicio, las intersecciones tienen diferentes cantidades de tráfico, ya que estas se alimentan de vías transversales que aumentan el volumen de vehículos y peatones de diferente manera a cada tramo de la vía, las formas geométrica son variables, por lo que los valores de demoras son propios de cada intersección.

Discusión 5:

¿Es posible reducir la cantidad de vehículos particulares que circulan por la Avenida Sol?

Si, debido al rediseño de la sección transversal además que se restringe la circulación de taxis con dispositivos de control (señalización) se reduce la cantidad de vehículos particulares que circula de manera innecesaria por la Av. El Sol los cuales generan congestión vehicular de manera innecesaria.



Conclusiones

Conclusión N° 01:

La hipótesis general: *“El rediseño geométrico de la sección transversal incide de forma directa en el impacto vial de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.”*

El rediseño geométrico de la sección transversal en la Avenida El Sol incide de forma directa en el impacto vial, esto se genera debido a la nueva propuesta de rediseño de la geometría transversal donde se reduce la cantidad de carriles tanto de subida como de bajada de 02 carriles a 01 carril donde también se incrementa las áreas de vereda para peatones y el planteamiento de una ciclovía bidireccional, todos estos cambios inciden en el impacto vial debido a que se genera variaciones en los niveles de servicio, demoras y longitudes de cola tabla N° 68 y tabla N° 69.

Conclusión N° 02:

La Sub Hipótesis 01: *“El rediseño geométrico de la sección transversal incide en mediana medida en las demoras de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.”*. Se cumple dado que las demoras se reducen según la tabla 68 del capítulo 4 donde se encuentran cuantificadas, se puede observar generando las demoras, esto se produce debido a la disminución de giros a la izquierda en carriles de subida y a la derecha en carriles de bajada, por lo tanto, se reducen las demoras.

Conclusión N° 03:

La Sub Hipótesis 02: *“El rediseño geométrico de la sección transversal incide en mayor medida en la capacidad vial de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista”*. Se cumple ya que se mejora la capacidad vial, esto debido a esta inmerso el rediseño de la sección minimizando la cantidad de vehículo junto con la restricción de circulación de taxis colectivos incide en los niveles de servicio como lo muestra la tabla N° 69 y la disminución de 4 carriles a 2 carriles.

Conclusión N° 04:

La Sub Hipótesis 03: *“El rediseño geométrico de la sección transversal incide en menor*



medida en el uso de los dispositivos de control de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista”. Se cumple ya que el rediseño de la sección transversal plantea incide en menor medida en el uso de dispositivos tanto como las señales restrictivas y la semaforización cumplen con la función dotar de prioridad a los peatones haciendo que el uso de la vía sea confortable y amigable.

Conclusión N° 05:

La Sub Hipótesis 04: *“El rediseño geométrico de la sección transversal incide en la optimización de los niveles de servicio de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista”. Se cumple, debido a que el rediseño de la sección transversal de la vía disminuye el tránsito innecesario que se tiene en la Av. El sol con lo que se optimiza los niveles de servicio y se da preferencia peatonal y ciclista.*

Conclusión N° 06:

La Sub Hipótesis 05: *“El rediseño geométrico de la sección transversal incide en la circulación peatonal y ciclista de la Av. Sol como eje preferentemente peatonal y ciclista.”* Se cumple debido que el rediseño geométrico de la sección transversal incide con el incremento de áreas de vereda como se muestra en la tabla N° 56 y con el planteamiento de la ciclovía exclusiva se incrementa la circulación de los ciclistas con ello se incrementa el peatonal y ciclista.



Recomendaciones

Recomendación N° 01

La metodología HCM aplicada a la presente tesis de investigación, si bien es aceptada por la normativa peruana debería adaptarse a la realidad de nuestro país para una mayor precisión, ya que el comportamiento vial es distinto en los Estados Unidos. Para lo cual se recomienda tomar datos de campo como las pendientes y la rugosidad del pavimento ya que estos valores podrían tener incidencia en la velocidad y en las demoras.

Recomendación N° 02

Se recomienda a las autoridades, especialistas y encargadas del tema de transporte de la Ciudad del Cusco, evaluar la posibilidad de reformular la geometría de la sección transversal de esta vía, ya que esto ayudaría a la reducción de emisiones contaminantes y la reducción del ruido puede contribuir a una mejor calidad de vida.

Recomendación N° 03

Se recomienda la optimización de la tecnología actual a una semaforización inteligente, ya que la actual tiene una configuración de tiempos fijos, la cual no se adecua a la demanda que se tiene ya que el movimiento de los peatones es variable teniendo incrementos y disminución de la cantidad de peatones en las intersecciones; La tecnología de semaforización inteligente con detectores de campo podrá mejorar el control y reducción de demoras y saturación para condiciones variables durante hora punta y horas viaje, esto de suma importancia ya que debido al crecimiento del parque automotor en la ciudad se debe actualizar de manera gradual los tiempos semafóricos para así disminuir las demoras vehiculares y evitar la congestión y la contaminación que genera los vehículos en la vía.

Recomendación N° 04

Se recomienda realizar futuras investigaciones que se limite el tráfico de ingreso a la Av. Sol a volúmenes menores de 1,000 vehículos por hora, ya que es la capacidad aproximada por carril.



Glosario

- **Acceso**

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

- **Calzada**

La calzada es la parte de la carretera destinada a la circulación de los vehículos, es decir, es la superficie de la vía por donde circulan los automóviles, camiones, motocicletas y demás vehículos. Por lo general, está construida con asfalto u otro tipo de pavimento, y puede tener uno o varios carriles, dependiendo del tamaño de la vía y del volumen de tráfico que deba soportar. La calzada también puede estar equipada con señales de tráfico, marcas viales y otros dispositivos de seguridad para regular la circulación y prevenir accidentes

- **Capacidad Vial**

Se refiere al número máximo de vehículos que pueden transitar por una sección específica de una carretera o carril durante un período determinado de tiempo, considerando las condiciones actuales de la carretera y del tráfico.

Carril: se refiere a una sección de la carretera que se utiliza exclusivamente para el tránsito de una fila de vehículos, y que cuenta con medidas específicas para ello. Se trata de una banda de la calzada destinada al tránsito de vehículos en una dirección determinada

- **Carril**

Un carril es una parte de la carretera o de una vía pública que está destinada al tráfico de una sola fila de vehículos en la misma dirección. Los carriles suelen estar delimitados por líneas de separación pintadas en la calzada, y pueden variar en número según el ancho de la carretera y la intensidad del tráfico. En general, se recomienda que los conductores circulen en el carril derecho de la carretera, a menos que deban adelantar a otro vehículo o girar a la izquierda. También existen carriles exclusivos para ciertos tipos de vehículos, como los carriles para bicicletas o los carriles de alta ocupación para vehículos con dos o más pasajeros.

- **Ciclo o Longitud de Ciclo**

La longitud del ciclo es la duración total de un ciclo completo del semáforo, incluyendo todos los movimientos y períodos de intermitencia. La longitud del ciclo se expresa



típicamente en segundos y puede variar dependiendo de la ubicación y el tráfico de la intersección. La duración del ciclo puede afectar directamente el nivel de servicio de la intersección y la eficiencia del flujo de tráfico

- **Conductor**

Un conductor es una persona que conduce un vehículo, ya sea un automóvil, camión, autobús, motocicleta u otro medio de transporte. El conductor es responsable de operar el vehículo de manera segura y cumplir con las leyes de tránsito y las normas de seguridad en la carretera. Para ser conductor, se necesita una licencia de conducir válida y cumplir con los requisitos de edad, capacitación y salud establecidos por las autoridades competentes. Además, los conductores deben estar alerta y tener habilidades para tomar decisiones rápidas y seguras mientras manejan en distintas condiciones de tráfico y clima.

- **Infraestructura Vial**

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

- **Intersecciones Viales**

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

- **Nivel de Servicio**

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

- **Semáforos**

Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas

- **Transito:**

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

- **Vehículo**

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

- **Velocidad**



Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

- **Volumen de Tránsito**

Volumen de Vehículos y peatones que transitan por una vía.

- **Modo de Transporte**

El transporte se refiere a los diferentes medios utilizados por las personas para movilizarse de un lugar a otro. En el Perú, los modos de transporte incluyen caminar (peatonal), transporte privado, taxi-colectivo y transporte público. Además, en las vías se disponen dos aceras para la circulación de vehículos motorizados y bicicletas.

- **Volumen de Tránsito Vehicular**

Se conoce como estudio de aforo o conteo y es una práctica habitual en ingeniería de tránsito que tiene como objetivo medir la demanda de infraestructura vehicular, incluyendo su variación espacial y temporal, distribución según el sentido de la circulación y la presencia de cruces en intersecciones, así como también la composición del tráfico.



Referencias bibliográficas

- AFD -Asociación Francesa de Desarrollo, A. (2018). *Estudios operacionales de la accesibilidad al centro histórico de la Ciudad del Cusco*. Cusco: AFD.
- AMB. (2005). *Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte*. Bogotá: Escuela Colombiana.
- Arquitectura sostenibles. (2013). *Estudios de Impacto Vial en Lima y el Perú*.
Obtenido de Arquitectura sostenibles:
<https://arquitecturasostenibleperu.blogspot.com/2013/09/estudios-de-impacto-vial-en-lima-y-el.html>
- Bañón, L., & Beiva, J. (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: Elementos y proyecto*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- BLAZQUEZ, B. (2000). *Manual de Carreteras*. Alicante.
- Caballero Romero, A. E. (2008). *Innovaciones en las guías metodológicas para los planes y tesis de maestría y doctorado* (Primera Edición ed.). (I. M. Caro, Ed.)
- CAF. (21 de Julio de 2017). *La reconquista del espacio público*. Obtenido de <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2017/07/la-reconquista-del-espacio-publico/>
- Cal y Mayor Reyes, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Cal y Mayor, R., & Cardenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito Fundamentos y aplicaciones*. Mexico: Alfaomega Colombiana S.A.
- Castañeda, M. (2010). *Evaluación comparativa de los pasos peatonales*. Bogotá: La salle.
- Dextre, J. C., & Avellaneda, P. (2014). *MOVILIDAD EN ZONAS URBANAS*. Lima.
- drtcsmartin. (2018). *EL CONDUCTOR*. Obtenido de EL CONDUCTOR:
http://drtcsmartin.gob.pe/documentos/manual_conductor/Cap03_Usuario_de_la_Via.pdf
- drtcsmartin. (s.f.). *EL CONDUCTOR*. Obtenido de EL CONDUCTOR:
http://drtcsmartin.gob.pe/documentos/manual_conductor/Cap03_Usuario_de_la_Via.pdf
- Gehl, J. (2006). *La Humanización del espacio urbano*. Barcelona: Reverté, S.A.
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. (2018). Lima.



- Mayor, C. y., & Cárdenas. (2018). *Ingeniería de Tránsito*. México: Alfaomega Colombiana S.A.
- MTC. (2017). *Manual de Dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. LIMA.
- Peru, A. S. (09 de Setiembre de 2013). *Estudios de Impacto Vial en Lima y el Perú*. Obtenido de <https://arquitecturasostenibleperu.blogspot.com/2013/09/estudios-de-impacto-vial-en-lima-y-el.html>
- Romana, M. (2017). *Manual de Capacidad de Carreteras - HCM 2010*. Madrid: España: FC .
- Sotelo Montes, J. (2010). *Análisis de impactos del desarrollo de proyectos urbanos en el sistema vial y de transporte*. Lima: UNL.
- Terrestre, C. I. (2001). *Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao* . Lima.
- VCH. (2005). *Manual de diseño geométrico de vías urbanas*. Cusco: ddf.