

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y
LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach: GUTIERREZ PEREZ, Jorge Wilmer

ASESOR:

MG. RANDO PORRAS OLARTE

Línea de investigación institucional: Transporte y urbanismo

HUANCAYO – PERÚ

2023

HOJA DE CONFORMIDAD MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg.Ing. Jesús Idén Cárdenas Capcha
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
Jurado

Dr. Carlos Rosario Sánchez Guzmán
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario docente

DEDICATORIA

Para mis padres Jorge y Norma quienes me alentaron siempre seguir adelante, y a mis hermanos Dennis y Estefany quienes fueron mi apoyo en este largo camino.

Bach. Jorge Wilmer Gutiérrez Pérez

AGRADECIMIENTO

.

A mi mamá Norma Pérez Quiroz, que siempre estuvo detrás del avance de este proyecto, quien me animo constantemente a culminar eficientemente este trabajo.

Bach. Jorge Wilmer Gutiérrez Pérez

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0057 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

ANALISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. GUTIERREZ PEREZ JORGE WILMER
Facultad : INGENIERÍA
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL
Asesor(a) : ING. RANDO PORRAS OLARTE

Fue analizado con fecha 30/01/2024; con 278 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de 16 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 30 de enero de 2024.



MIRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
CONTENIDO	VI
CONTENIDO DE TABLAS	X
CONTENIDO DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPITULO I.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Descripción de la realidad problemática	17
1.2 Delimitación del problema	18
1.2.1 Espacial	18
1.2.2 Temporal.....	19
1.2.3 Económica.....	19
1.3 Formulación del problema	19
1.3.1 Problema general	19
1.3.2 Problemas específicos	20
1.4 Justificación	20
1.4.1 Justificación práctica o social	20
1.4.2 Justificación teórica	20
1.4.3 Justificación Metodológica	21
1.5 OBJETIVOS.....	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos.....	21
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes de la Investigación	22
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	22

2.1.2	Antecedentes Internacionales	25
2.2	Bases Teóricas o Científicas	28
2.2.1	Flujo vehicular	28
2.2.2	Vía	32
2.2.3	Nivel de Servicio	37
2.2.4	Condiciones de tránsito	40
2.2.5	Tiempos de Retraso	41
2.2.6	Intersecciones Viales Semaforizadas	44
2.2.7	Demoras en intersecciones semaforizadas	53
2.3	Marco Conceptual	59
CAPITULO III.....		64
3.1	Hipótesis General	62
3.2	Hipótesis Específicas	62
3.3	Variables	62
CAPITULO IV METODOLOGIA.....		66
4.1	Método de Investigación	66
4.2	Tipo de Investigación	66
4.3	Nivel de Investigación	66
4.4	Diseño de la Investigación	66
4.5	Población y Muestra	67
4.6	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	68
4.6.1	Técnicas de recolección de datos	68
4.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	68
4.8	Aspectos Éticos	69
CAPITULO V RESULTADOS		70
5.1	Intersección Calle Real y Jr. Pedro Peralta	70
5.1.1	Aforo Vehicular	70
5.1.2	Volumen, FHMD y VHMD	70
5.1.3	Velocidades en la Intersección	71
5.1.4	Características geométricas y composición del tráfico	72
5.1.5	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	73
5.1.6	Determinación del nivel de servicio	73
5.2	Intersección Calle Real y Jr. Antonio de Zela	74
5.2.1	Aforo Vehicular	74

5.2.2	Volumen, FHMD y VHMD	75
5.2.3	Velocidades en la Intersección.....	76
5.2.4	Características geométricas y composición del tráfico.....	77
5.2.5	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	77
5.2.6	Determinación del nivel de servicio.....	78
5.3	Intersección Calle Real y Av. Próceres	79
5.3.1	Acceso N°1 sentido S-N	79
5.3.2	Acceso N°2 sentido N-S	85
5.3.3	Acceso N°3 sentido E-O	90
5.3.4	Acceso N°4 sentido O-E	95
5.4	Intersección Calle Real y Jr. Arterial	100
5.4.1	Aforo Vehicular	100
5.4.2	Volumen, FHMD y VHMD.....	100
5.4.3	Velocidades en la Intersección.....	101
5.4.4	Características geométricas y composición del tráfico.....	102
5.4.5	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	103
5.4.6	Determinación del nivel de servicio.....	103
5.5	Intersección Calle Real y Jr. Melgar	104
5.5.1	Aforo Vehicular	104
5.5.2	Volumen, FHMD y VHMD.....	105
5.5.3	Velocidades en la Intersección.....	106
5.5.4	Características geométricas y composición del tráfico.....	107
5.5.5	107
5.5.6	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	108
5.5.7	Determinación del nivel de servicio.....	108
5.6	Intersección Calle Real y Jr. José Santos Chocano	109
5.6.1	Aforo Vehicular	109
5.6.2	Volumen, FHMD y VHMD.....	110
5.6.3	Velocidades en la Intersección.....	111
5.6.4	Características geométricas y composición del tráfico.....	112
5.6.5	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	112
5.6.6	Determinación del nivel de servicio.....	113
5.7	Intersección Calle Real y Jr. 2 de Mayo	114
5.7.1	Aforo Vehicular	114
5.7.2	Volumen, FHMD y VHMD.....	114
5.7.3	Velocidades en la Intersección.....	115

5.7.4	Características geométricas y composición del tráfico.....	117
5.7.5	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	117
5.7.6	Determinación del nivel de servicio.....	117
5.8	Intersección Calle Real y Av. 9 de diciembre	119
5.8.1	Acceso N°1 sentido S-N	119
5.8.2	Acceso N°2 sentido N-S	123
5.8.3	Acceso N°3 sentido O-E	128
5.9	Intersección Calle Real y Av. Mariscal Castilla.....	133
5.9.1	Aforo Vehicular	133
5.9.2	Volumen, FHMD y VHMD.....	133
5.9.3	Velocidades en la Intersección.....	134
5.9.4	Características geométricas y composición del tráfico.....	135
5.9.5	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	136
5.9.6	Determinación del nivel de servicio.....	136
5.10	Intersección Calle Real y Jr. Ricardo Palma	137
5.10.1	Acceso N°1 sentido S-N	137
5.10.2	Acceso N°2 sentido N-S	143
5.10.3	Acceso N°3 sentido E-O	148
5.11	Resumen para las intersecciones	153
5.12	Diseño de los parámetros semafóricos y optimización con el uso del software Synchro 10.0. 154	
5.12.1	Mejoras para la intersección calle Real y Av. Próceres	154
5.12.2	Mejoras para la intersección calle Real y Av. 9 de Diciembre	157
5.12.3	Mejoras para la intersección calle Real y Jr. Ricardo Palma	160
5.13	Optimización semafórica aplicando el software Synchro 10.0	164
5.14	Medición de las variables	165
5.14.1	Medición de las variables tiempo de demora.....	165
5.14.2	Medición de la variable congestión vehicular.	166
5.15	Contrastación de hipótesis	167
5.15.1	Contrastación de la Hipótesis general	168
CAPÍTULO VI		183
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		183
6.1	Discusión de resultados con respecto a la hipótesis N°1:.....	183
6.2	Discusión de resultados con respecto a la hipótesis específica N°2:.....	183
6.3	Discusión de resultados con respecto a la hipótesis específica N°3:.....	184
6.4	Discusión de resultados con respecto a la hipótesis general:.....	184

CONCLUSIONES	185
RECOMENDACIONES	186
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	187
1) Bibliografía	187
ANEXOS	190

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño	35
Tabla 2. Valores de la relación v/c para pendientes específicas	35
Tabla 3. Nivel de servicio para segmentos generales de carreteras de dos carriles	38
Tabla 4. Variables fundamentales en intersecciones semaforizadas	49
Tabla 5. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas	52
Tabla 6. Factor de ajuste por coordinación para el cálculo de la demora uniforme	55
Tabla 7. Todas las intersecciones consideradas para el estudio	2
Tabla 8. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Pedro Peralta	70
Tabla 9. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Pedro Peralta	70
Tabla 10. Volumen horario y factor horario en Jr. Pedro Peralta	71
Tabla 11. Tiempo en segundos en Jr. Pedro Peralta	71
Tabla 12. Velocidad expresada en km/h en Jr. Pedro Peralta	72
Tabla 13. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Pedro Peralta	73
Tabla 14. Equivalencia de vehículos	73
Tabla 15. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Antonio de Zela	74
Tabla 16. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Antonio de Zela	75
Tabla 17. Volumen horario y factor horario en Jr. Antonio de Zela	76
Tabla 18. Tiempo en segundos en Jr. Antonio de Zela	76
Tabla 19. Velocidad expresada en km/h en Jr. Antonio de Zela	77
Tabla 20. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Antonio de Zela	77
Tabla 21. Equivalencia de vehículos	78
Tabla 22. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de S-N	79
Tabla 23. Parámetros de entrada para el acceso 1 de S-N	80
Tabla 24. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de N-S	85
Tabla 25. Parámetros de entrada para el acceso 1 de N-S	85
Tabla 26. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de E-O	90
Tabla 27. Parámetros de entrada para el acceso 1 de E-O	91
Tabla 28. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de O-E	95
Tabla 29. Parámetros de entrada para el acceso 1 de O-E	96
Tabla 30. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Arterial	100
Tabla 31. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Arterial	100
Tabla 32. Volumen horario y factor horario en Jr. Arterial	101
Tabla 33. Tiempo en segundos en Jr. Arterial	101
Tabla 34. Velocidad expresada en km/h en Jr. Arterial	102
Tabla 35. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Arterial	102
Tabla 36. Equivalencia de vehículos	103
Tabla 37. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Melgar	105
Tabla 38. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Melgar	105
Tabla 39. Volumen horario y factor horario en Jr. Melgar	106

Tabla 40. Tiempo en segundos en Jr. Melgar	106
Tabla 41. Velocidad expresada en km/h en Jr. Melgar	107
Tabla 42. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Melgar	107
Tabla 43. Equivalencia de vehículos.....	108
Tabla 44. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. José Santos Chocano.....	109
Tabla 45. Volumen de vehículos mixtos en Jr. José Santos Chocano	110
Tabla 46. Volumen horario y factor horario en Jr. José Santos Chocano	110
Tabla 47. Tiempo en segundos en Jr. José Santos Chocano	111
Tabla 48. Velocidad expresada en km/h en Jr. José Santos Chocano.....	111
Tabla 49. Características geométricas y composición del tráfico	112
Tabla 50. Equivalencia de vehículos.....	112
Tabla 51. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. 2 de Mayo	114
Tabla 52. Volumen de vehículos mixtos en Jr. 2 de Mayo	114
Tabla 53. Volumen horario y factor horario en Jr. 2 de Mayo.....	115
Tabla 54. Tiempo en segundos en Jr. 2 de Mayo.....	115
Tabla 55. Velocidad expresada en km/h en Jr. 2 de Mayo	116
Tabla 56. Características geométricas y composición del tráfico	117
Tabla 57. Equivalencia de vehículos.....	117
Tabla 58. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 2 de S-N	119
Tabla 59. Parámetros de entrada para el acceso 2 de S-N	119
Tabla 60. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 2 de N-S	123
Tabla 61. Parámetros de entrada para el acceso 2 de N-S	124
Tabla 62. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 2 de O-E	128
Tabla 63. Parámetros de entrada para el acceso 2 de O-E.....	128
Tabla 64. Cantidad de vehículos mixtos en Av. Mariscal Castilla.....	133
Tabla 65. Volumen de vehículos mixtos en Av. Mariscal Castilla	133
Tabla 66. Volumen horario y factor horario en Av. Mariscal Castilla	134
Tabla 67. Tiempo en segundos en Av. Mariscal Castilla	134
Tabla 68. Velocidad expresado en km/h en Av. Mariscal Castilla.....	135
Tabla 69. Características geométricas y composición del tráfico	135
Tabla 70. Equivalencia de vehículos.....	136
Tabla 71. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 3 de S-N	138
Tabla 72. Parámetros de entrada para el acceso 3 de S-N	138
Tabla 73. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 3 de N-S	143
Tabla 74. Parámetros de entrada para el acceso 3 de N-S	143
Tabla 75. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 3 de E-O	148
Tabla 76. Parámetros de entrada para el acceso 3 de E-O.....	148
Tabla 77. Resumen en intersecciones no semaforizadas	153
Tabla 78. Resumen en intersecciones semaforizadas	153
Tabla 79. Resumen e intervalos de cambio de fase en Av. Próceres.....	155
Tabla 80. Parámetros de diseño para la intersección semaforizada 1	156
Tabla 81. Resumen e intervalos de cambio de fase en Av. 9 de Diciembre	158
Tabla 82. Parámetros de diseño para la intersección semaforizada 2	159
Tabla 83. Resumen e intervalos de cambio de fase en Jr. Ricardo Palma	161
Tabla 84. Parámetros de diseño para la intersección semaforizada 3	162
Tabla 85. Resumen de parámetros diseñados y optimizados	164
Tabla 86. Tiempos de retraso para las intersecciones semaforizadas.....	165
Tabla 87. Medidas estadísticas de la variable tiempos de retraso	165
Tabla 88. Valores para las dimensiones de la congestión vehicular en las intersecciones semaforizadas	166
Tabla 89. Medidas estadísticas variable congestionamiento vehicular (dimensiones).....	166

Tabla 90. Valores de Coeficiente de Pearson	167
---	-----

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Localización distrital del estudio	19
Figura 2. Intersección semaforizada de cuatro accesos	45
Figura 3. Ejemplo del ciclo semafórico de dos fases.....	46
Figura 4. Diagrama de longitud del ciclo, comportamiento real	47
Figura 5. Relaciones entre variables de distribución temporal en semáforos	49
Figura 6. Ciclo semafórico	51
Figura 7. simulación, y optimización para las calles en estudio	164
Figura 8. Correlación entre las variables: Congestionamiento vehicular y demora total	170
Figura 9. Correlación entre las variables: Capacidad y demora total	174
Figura 10. Correlación entre las variables: Grado de Saturación y demora total.....	177
Figura 11. Correlación entre las variables: Volumen y demora total	181

RESUMEN

La siguiente tesis de investigación denominado “Análisis del Congestionamiento Vehicular y los Tiempos de Retraso en la calle Real” presenta el problema general: ¿Cómo afecta la congestión vehicular en los tiempos de retraso en la calle Real?, el objetivo general es: Analizar la relación del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real, la hipótesis que se propone es, La congestión vehicular tiene un efecto negativo significativo en los tiempos de retraso en la calle Real.

El trabajo de investigación se desarrolló utilizando una metodología de investigación científica. El tipo de investigación es aplicada, el nivel es correlacional y el diseño experimental es transversal. La población del estudio es el tráfico de la calle Real, sirviendo de muestra todo el tráfico de la intersección de la calle Real comprendidas entre las calles Jr. Pedro Peralta, como punto de inicio hasta la intersección Jr. Ricardo Palma y calle Real.

La conclusión del análisis es que los tiempos de retraso de la calle Real se ven muy afectados por la congestión del tráfico.

Palabras claves: Congestión vehicular, tiempos de retraso

ABSTRACT

The following research thesis named "Analysis of Vehicular Congestion and Delay Times on Calle Real" presents the general problem: How does vehicular congestion affect delay times on Calle Real, the general objective is: To analyze the relationship of vehicular congestion and delay times on Calle Real, the hypothesis proposed is, Vehicular congestion has a significant negative effect on delay times on Calle Real.

The research work was developed using a scientific research methodology. The type of research is applied, the level is correlational and the experimental design is cross-sectional. The population of the study is the traffic of Real Street, serving as a sample all the traffic of the intersection of Real Street between the streets Jr. Pedro Peralta, as a starting point to the intersection of Jr. Ricardo Palma and Real Street.

The conclusion of the analysis is that the delay times on Calle Real are greatly affected by traffic congestion.

Key words: Traffic congestion, delay times.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del transporte en los últimos años ha provocado retrasos, accidentes y problemas medioambientales, esto se debe al crecimiento de la población y mayor poder adquisitivo de las personas en los últimos años (Alberto Bull, 2001 pág. 7)

En el presente trabajo de investigación que lleva de nombre: “Análisis del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la Calle Real” se realizará un estudio sobre los efectos que produce estos mismos en la Calle Real, considerando esta como área de estudio y tomando como muestra las intersecciones que abarcan las siguientes calles: Jr. Pedro Peralta y La calle Real hasta la intersección de La calle Real y Jr. Ricardo Palma.

La importancia en el análisis de este factor es muy importante en una ciudad que va aumentando la cantidad de vehículos cada año y con la población en crecimiento es relevante su estudio.

Por ende, describo el siguiente trabajo en 5 capítulos, que se describen a continuación.

Capítulo I, se hace el planteamiento del problema, dando una connotación real a nivel nacional internacional de la situación actual, A continuación, Los propósitos de la investigación se definen, tanto el objetivo general como los objetivos específicos respectivamente, doy a conocer la justificación social, científico y metodológico, posteriormente se definen los límites y restricciones de la investigación.

Capítulo II, Se analizan tanto el componente teórico como los antecedentes. tanto nacionales como internacionales, y se hace la definición de términos y conceptos que ayudarán al entendimiento del estudio, para finalizar se eligen las variables de estudio y se plantean las hipótesis.

Capítulo III, Se lleva a cabo la elaboración del marco metodológico, que engloba la descripción del tipo de investigación a realizar, su alcance, su diseño, la población de estudio y la muestra, así como los procedimientos y herramientas empleados para recopilar, procesar y analizar los datos., respectivamente.

Capítulo IV, Se expone de forma minuciosa el proceso llevado a cabo y la evolución de los resultados obtenidos en el estudio de investigación, dando a conocer el proceso y métodos para su obtención.

Capítulo V, Se desarrolla el tratamiento y análisis de los datos recopilados, se presentan los resultados y se sintetizan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, incluyendo referencias bibliográficas y anexos pertinentes. al final.

Bach. GUTIERREZ PEREZ, Jorge Wilmer.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Según el analista de transporte de INRIX, Trevor Reed, la congestión vehicular en los últimos años se ha incrementado debido principalmente al crecimiento de la población y la mayor compra de vehículos. El estudio señala que la ciudad de Bogotá (Colombia) fue la ciudad con mayor congestión vehicular de 25 ciudades con mayor tráfico en el mundo según (INRIX Traffic Scorecard, 2019), donde los conductores experimentaban una pérdida de 191 horas al año debido a los atascos de tráfico. (Reed, 2019).

En Perú, Lima se posiciona dentro de las diez ciudades que presentan una alta congestión vehicular. (TOM TOM, 2022) Así mismo debido a la expansión del parque vehicular, y crecimiento poblacional, lugares como Arequipa, Piura, Cusco y Chiclayo también sufren congestión del tráfico. (DIARIO CORREO, 2016).

La Gerencia de Tránsito y Transporte de la Municipalidad Provincial de Huancayo (MPH) informó que el sistema de servicio de movilidad pública de la provincia cuenta actualmente con 16 043 vehículos en total. De ellos, 10 914 son taxis y 5 559 son colectivos, combis y buses habilitados para el servicio regular por las diferentes empresas de transporte. La cantidad de tráfico en las calles de Huancayo está por encima de su capacidad en base a estas cifras, lo que provoca atascos (DIARIO CORREO, 2018). Al año 2022, se estima 20 mil vehículos, 14 mil 274 taxis, 5,726 autos colectivos, camionetas rurales y buses, estas cifras además presentan una baja de una baja del 20% del total debido a la pandemia COVID-19. (DIARIO CORREO, 2022).

Los cruces en la calle Real con el Jr. Pedro Peralta hasta la intersección de la calle Real y Jr. Ricardo Palma, se encuentran en el distrito de Chilca, ésta representa una zona altamente comercial, cerca de estas se ubican mercados, grifos y diversos establecimientos comerciales, ocasionando un alto nivel de tránsito vehicular por este tramo de la calle Real y sus vías aledañas, formando tráfico lento y atascos que conllevan en tiempos de retraso. Se debe buscar evitar una saturación excesiva del tráfico, y reducir los tiempos de viaje.

Debido al crecimiento de la cantidad en vehículos, a la limitada capacidad que poseen las vías, ciclos semaforicos desajustados, generan congestión, un ambiente desordenado en el tránsito, saturación y en última instancia un retraso en el desplazamiento. Por lo tanto, es menester encontrar soluciones para evitar o reducir dichos tiempos de retrasos que en primera instancia afecta directamente a la población que se movilizan por dichas intersecciones.

1.2 Delimitación del problema

1.2.1 Espacial

Este estudio se llevará a cabo en el distrito de Chilca, ubicado en la provincia de Huancayo, en el departamento de Junín. en la calle Real, de la cual se analizarán las intersecciones que comprende entre la calle Real y Jr. Pedro Peralta hasta el cruce de la calle Real con el Jr. Ricardo Palma.

Figura 1. Localización distrital del estudio



Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Temporal

La presente investigación se llevará a cabo durante todo el año. 2023, en la que se recopilará datos y analizará la información.

1.2.3 Económica

Para el desarrollo de la investigación y el avance de este estudio se requiere de un presupuesto propio, el cual es elevado al realizar el estudio en varios tramos se requerirá más presupuesto lo cual será una limitación para mi persona.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cómo afecta el congestionamiento vehicular en los tiempos de retraso en la calle Real?

1.3.2 Problemas específicos

a) ¿Cómo afecta la capacidad vial en los tiempos de retraso en la calle Real?

b) ¿De qué manera afecta el grado de saturación en los tiempos de retraso en la calle Real?

c) ¿En qué medida afectan los volúmenes vehiculares en los tiempos de retraso en la calle Real?

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica o social

La investigación actual cuenta con una condición práctica, analizando los tiempos de retraso en la calle Real, mediante la metodología HCM 2010, se conocerá el estado actual de esta vía, a su vez, se podrá hacer la optimización de semáforos además de ver los puntos críticos de sus intersecciones, se llevará a programa el modelamiento con los datos de campo, para ver así la mejor alternativa de solución con el fin de que exista una menoría en los tiempos de retraso en la vía, lo cual beneficiara a los conductores que transitan por ella.

1.4.2 Justificación teórica

La investigación subsiguiente se fundamenta en el manual HCM 2010 (Highway Capacity Manual 2010), que proporcionan enfoques y técnicas para abordar el desafío de la congestión y en la teoría del flujo vehicular.

1.4.3 Justificación Metodológica

En el estudio de investigación actual se elaborará formatos, para poder obtener los datos de campo, así mismo para su análisis y optimización, los mismos que pueden servir para realizar más investigaciones futuras.

Esta investigación ayuda en el entendimiento de la relación entre congestión y los tiempos de retraso, siendo este un tema que se torna más importante con el pasar de los años.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Analizar la relación del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real.

1.5.2 Objetivos específicos

a) Analizar la relación que entre la capacidad vial y los tiempos de retraso en la calle Real.

b) Evaluar la relación entre los grados de saturación y los tiempos de retraso en la calle Real.

c) Evaluar los volúmenes vehiculares y los tiempos de retraso en la calle Real.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

(ALVARADO, 2018). En su investigación “Propuesta El estudio titulado "Propuesta de solución al aumento del flujo vehicular en un área de estudio", tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, realizado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, arribó a las siguientes conclusiones:

" En el proceso de recopilación de datos de datos, se descubrió que la cultura peatonal en Perú, la definición de flujo de tráfico en carreteras de dos carriles y el porcentaje de retraso difieren significativamente de la realidad de EE.UU. Esto se explica por el hecho de que la metodología HCM 2010 no tiene en cuenta que los peatones atraviesan la vía fuera de las zonas asignadas para el paso de peatones, lo cual no se ajusta a las características y condiciones de la realidad en Perú. Se producen diferentes niveles de servicio y saturación como resultado de esta forma específica de comportamiento peatonal” (ALVARADO, 2018 pág. 117)

"Se descubrió que esta metodología no toma en cuenta el tamaño del radio de giro que realizan los buses de la zona durante la aplicación del HCM 2010", señala el informe. El cruce de la calle Sánchez Cerro con la avenida Túpac Amaru experimenta una reducción del servicio debido a este cierre de la vía, lo que también se traduce en largas colas que alargan los retrasos del sistema.” (ALVARADO, 2018 pág. 117)

(MAQUERA, 2019), en su trabajo de investigación “Evaluación del nivel de servicio de flujos vehiculares, en dos intersecciones semaforizadas de la Av. Jorge Basadre G. Intersección con Av. Tarata y Av. Internacional, Alto Alianza – Tacna, 2018”, tesis para obtener el

título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada de Tacna, Perú, llego a las siguientes conclusiones:

“La evaluación de los volúmenes vehiculares en las distintas estaciones reveló que no alcanzan el límite máximo permitido para una vía continua. No obstante, debido a la presencia de semáforos que interrumpen el flujo continuo, la circulación se vuelve discontinua se ve impactado significativamente, alcanzando el 93% de su capacidad en la intersección de la Avenida J. Basadre y la Avenida Tarata.” (MAQUERA, 2019 pág. 109)

La intersección de la avenida J. Basadre con la avenida Tarata se divide en tres fases, mientras que la intersección de la avenida J. Basadre con la avenida Internacional tiene solo dos fases. Sin embargo, se observa que el flujo de tráfico 10 de la estación D y el flujo 15 de la estación G están coordinados en un único intervalo de tiempo verde (verde), lo que implica que los ciclos de los semáforos alcanzan los 76 segundos, correspondiendo a los tiempos para las señales rojas, verdes y ámbar. En el caso de la intersección de J. Basadre con la Avenida Internacional, aunque el flujo 10 de la estación D y el flujo 15 de la estación G están sincronizados en un solo intervalo de tiempo verde, se genera un tiempo verde de corta duración. (23 segundos) y un tiempo rojo más largo (50 segundos).” (MAQUERA, 2019 pág. 109)

(MENDOZA, y otros, 2020), en su trabajo de investigación “Análisis del flujo vehicular y los niveles de servicio en el Puente Grau y sus vías aledañas en la ciudad de Arequipa – 2019”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Santa María, Perú, llegaron a las siguientes conclusiones:

“Con la ayuda de dos metodologías presentadas en el "HCM 2010", El análisis del flujo de tráfico llevado a cabo para este proyecto de investigación facilitó el cálculo de los niveles de servicio de las diversas vías sugeridas. Este análisis también permitió proponer una solución

integrada alternativa, ya que permitió evaluar el estado de las intersecciones de entrada y final del Puente Grau.” (MENDOZA, y otros, 2020 pág. 196)

(MISARI SALAZAR, 2020), describe en su trabajo titulado” Capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE.3SB”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana Los Andes, concluye en los siguientes:

“Se determinó que las "condiciones de tráfico" y el "flujo vehicular" en la PE. 3SB tienen una relación directa. Un coeficiente de correlación de Pearson de 0,77 (relación alta) mostró que el 77,0% de la variable "flujo vehicular" es función de la dimensión "condiciones de tráfico", que está representada por los factores horarios de demanda máxima de 0,89, 0,86 y 0,88, para cada intersección estudiada.” (MISARI SALAZAR, 2020 pág. 97)

“Se determinó que las "características geométricas" y el "flujo vehicular" en el PE tienen una relación inversa, y que la variable "flujo vehicular" no es función de la dimensión "características geométricas" según 3SB, que tiene un coeficiente de correlación de Pearson de - 0,20 (baja relación). porque el coeficiente de correlación es negativo” (MISARI SALAZAR, 2020 pág. 97)

(ATAUCUSI, 2019), con su trabajo de investigación “Micro simulación del flujo vehicular en intersecciones viales empleando modelos BIM”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

(LEÓN, 2017), en su trabajo de investigación “Análisis de la congestión vehicular en las intersecciones semaforizadas del centro de la ciudad de Pasaje”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala, Ecuador, llegaron a las siguientes conclusiones:

“Con el fin de calcular el TPDA y determinar que las intersecciones tienen flujo libre y flujos con retrasos mínimos, los datos en las intersecciones analizadas se recogieron manualmente en el transcurso de nueve horas durante seis días. Por ejemplo, el parque central tiene niveles de servicio A y B, y Las 6 Esquinas tiene un nivel de servicio de categoría B.” (LEÓN, 2017 pág. 47).

“Los datos de campo recogidos durante dos semanas revelaron que los coches constituían el 64,4% del flujo de vehículos en El Parque Central, seguidos de las motocicletas con un 31,8%, los camiones ligeros con un 2,1% y los autobuses ligeros con un 1,8%. Las horas punta de demanda en las intersecciones 1 y 2 fueron de 12:00 a 13:00 horas con 934 vehículos/hora, la intersección 3 fue de 14:00 a 13:00 horas con 557 vehículos/hora, y la intersección 1 fue de 12:00 a 13:00 horas con 1007 vehículos/hora. Con un TPDA de 7453 vehículos por día, el cruce 1 en las calles Bolívar y Ochoa León en este caso fue el más crucial. Por el contrario, en Las 6 Esquinas dominan los vehículos con un porcentaje del 55,9% para turismos, 23,6% para motocicletas, 16,4% para autobuses ligeros y pesados, y 4% para camiones ligeros y pesados. Las horas de mayor afluencia son de 12:00 a 13:00 con 962 vehículos por hora en la intersección 4 y de 10:00 a 11:00 con 596 vehículos por hora en la intersección 5. Con un TPDA de 6927 vehículos por día, la intersección 4 entre la avenida Quito y la calle Bolívar fue la más peligrosa.” (LEÓN, 2017 pág. 47)

(HERNANDEZ, y otros, 2019), en su trabajo de investigación “Alternativa para mejorar el congestionamiento vehicular en la intersección de la autopista sur con calle 63 sur, localidad de Bosa en la ciudad de Bogotá D.C.”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, Colombia, llegaron a las siguientes conclusiones:

“La propuesta garantiza el flujo vehicular requerido agregando el traslado del semáforo de la calle 63 sur con autopista en la intersección a la altura de la vía rápida de Transmilenio sentido sur a norte. En el sitio de estudio se observan irregularidades en la semaforización, lo que ocasiona el cruce de vehículos, colapsando la intersección y formando congestión en el flujo de la autopista sur sentido norte-sur.” (HERNANDEZ, y otros, 2019 pág. 48)

(DUARTE, y otros, 2018), en su trabajo de investigación “Plan de mejoramiento del flujo vehicular en la intersección de la Av. principal de la tahona y Av. la Guairita. Municipio Baruta. Edo miranda.”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nueva Esparta, Venezuela, llegaron a las siguientes conclusiones:

“Se hicieron los estudios necesarios para determinar la cantidad de servicio que se proporciona ahora en esta intersección, se determinó que este nodo tiene un rendimiento muy pobre y está proporcionando un nivel de servicio peor que E porque ya está sobrecargado, lo que resulta en largas colas y retrasos inaceptablemente largos.” (DUARTE, y otros, 2018 pág. 92)

“Luego de haber hecho Cuando se inspeccionaron las vías que confluyen en la intersección de la Avenida Principal de la Tahona y la Avenida La Guairita, se descubrió que no todas ellas se ajustaban a las normas que rigen las dimensiones de una sección tipo, a excepción del acceso 2, donde las anchuras de los canales son superiores a las prescritas por el manual de carreteras. Los accesos restantes son lo

bastante anchos para permitir una circulación óptima de los vehículos” (DUARTE, y otros, 2018 pág. 92)

(RODRIGUEZ, y otros, 2018), en el trabajo de investigación titulado “Influencia de los vehículos de carga pesada en la congestión vial de la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, llegaron a las conclusiones siguientes:

“A la vista de lo anterior, es evidente la mejora que se conseguiría con la prohibición total o parcial de los vehículos articulados de carga, que se traduciría en una reducción de los tiempos de viaje de hasta un 40%, así como en una disminución de la longitud de las colas creadas por el bloqueo de vehículos, una mejor calidad de vida para los residentes, una mejora de los factores medioambientales y una disminución de la siniestralidad causada por estos vehículos.” (RODRIGUEZ, y otros, 2018 pág. 80)

“Las estrategias técnicas para evacuar estos vehículos se basaron en las que se habían aplicado en otras ciudades tras identificar una de las causas principales de la congestión del tráfico; sin embargo, en ocasiones no se completaron o desarrollaron por no llegar a un acuerdo con las entidades pertinentes de esa ciudad, por lo que la aplicación de estas posibles soluciones requiere un estudio más profundo en el que se tengan en cuenta los factores económicos.” (RODRIGUEZ, y otros, 2018 pág. 81)

“Dado que los vehículos articulados de carga no circulan libremente por la ciudad, la longitud de la cola que crean cuando circulan a baja velocidad se reduce, como se muestra en la Tabla 22, lo que demuestra que su influencia es mayor que la de otros factores que afectan a la congestión en la ciudad de, es posible ver una mejora en la velocidad de todos los corredores evaluados en el análisis gráfico realizado utilizando los modelos.” (RODRIGUEZ, y otros, 2018 pág. 81)

(PACHECO, y otros, 2021), en su trabajo de investigación “Propuesta para mejora del tránsito de los modos motorizados con el fin de reducir los tiempos de viaje y optimizar los niveles de servicio que se presentan en la UPZ 94 La Candelaria”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, Colombia, se concluye de la siguiente manera:

“Se presenta como alternativa de mejora el restringir el paso de los vehículos pesados sobre la Carrera 6, con la intención de reducir los movimientos de giro de este tipo de vehículos dado que, alargar la distancia que deben recorrer otros vehículos de la red” (PACHECO, y otros, 2021 pág. 57)

“Al simular el tránsito de los vehículos dentro de la red con la alternativa de mejora propuesta en este trabajo de investigación se deduce que: la velocidad promedio mejora a un 219 s/veh aproximadamente, la velocidad promedio aumenta 2,17 km/s, y que el tiempo de viaje total disminuye en 141617s, demostrando así la mejoría notable que puede llegar a tener el tránsito dentro de la red durante la HMD (Hora de Máxima Demanda)” (PACHECO, y otros, 2021 pág. 57)

2.2 Bases Teóricas o Científicas

2.2.1 Flujo vehicular

2.1.1.1. Tasa de flujo

Vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s) son unidades de medida del se determinó el número de vehículos que transitan por una zona específica durante un intervalo de tiempo determinado inferior a una hora. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 277).

La tasa de flujo se refiere a la cantidad de vehículos, representada por el número N, Se contabilizó el número de vehículos que pasan por un punto específico durante un período de tiempo T, el cual es inferior a

una hora. Esta medida se expresa en vehículos por minuto (veh/min) o en vehículos por segundo veh/seg (PTOLOMEO, 2015 pág. 5)

$$q = \frac{N}{T} \dots\dots (1)$$

En la ecuación:

Q=tasa de flujo

T=tiempo determinado

N=número de vehículos

2.1.1.2. Volumen vehicular

La cantidad de automóviles que atraviesan un determinado período de tiempo, que es inferior a una hora, se conoce como volumen. Esta cantidad se expresa como una tasa equivalente por hora. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 169)

-Concentración

La cantidad de vehículos, N, que ocupan una longitud determinada, d, de una vía en un instante dado, suele representarse como una densidad de vehículos por kilómetro (veh/km), ésta indica a un carril o a todos los carriles (CAL Y MAYOR, y otros pág. 283)

$$K = \frac{N}{d} = \frac{q}{v} \dots\dots (2)$$

K=densidad de tráfico (veh/km)

N=número de vehículos (veh)

D= distancia o longitud (Km)

Q=intensidad o flujo (veh/h)

V=velocidad (km/h)

2.1.1.3. Volumen horario de máxima demanda

La capacidad de flujo vehicular se refiere a la cantidad máxima de vehículos que transitan por un punto específico de un carril o una vía en un lapso continuo de 60 minutos. También se conoce como VHP (Volumen de la Hora Pico) (NAVARRO, 2017 pág. 34).

2.1.1.4. Volumen máximo permitido (VOLUMEN DE SERVICIO)

El volumen máximo teniendo en cuenta las condiciones de la carretera, el tráfico y el control a un nivel de servicio determinado, la cantidad estimado del total de personas o vehículos que transitarán por un punto continuo o porción de un carril o carretera en un periodo de tiempo determinado (a menudo 15 minutos). para expresarlo se utilizan automóviles por hora o número de automóviles por hora por carril. El volumen de servicio denota el límite superior del flujo que puede circular en un nivel de servicio determinado bajo condiciones específicas. (CERQUERA, 2007 pág. 19).

2.1.1.5. Factor de Hora Pico

El factor de la hora pico (FHP) muestra la variación que hay en el tránsito en una hora. Para describir este fenómeno se hace uso del factor de la hora pico en la ecuación.

El factor de la hora pico se refiere a la proporción entre el flujo máximo de tráfico (q_{max}) registrado durante un intervalo específico dentro de esa hora. En consecuencia, este factor proporciona información sobre las características del flujo de tráfico durante los períodos de mayor demanda. Si dicho valor es igual a la unidad mostrará uniformidad, si son valores más pequeños mostraran concentraciones de flujos máximos (PTOLOMEO, 2015 pág. 13).

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Donde:

FHP= Factor de hora pico

VHMD= volumen horario de máxima demanda

Qmax= flujo máximo en minutos

N= Numero de periodos en la hora.

2.1.1.6. Espaciamiento simple entre varios vehículos consecutivos

Es la separación entre dos vehículos que se encuentran uno tras otro en orden sucesivo, medida desde el momento en que el primer vehículo pasa hasta que el segundo vehículo lo sigue, generalmente se expresa en metros y se calcula a partir de la distancia entre las partes traseras de los vehículos. (MENDOZA, y otros, 2020 pág. 19).

2.1.1.7. Espaciamiento promedio entre varios vehículos

La distancia entre dos vehículos consecutivos se define como la separación medida desde el instante en que el primer vehículo atraviesa un punto hasta que el segundo vehículo lo sigue, estando ambos vehículos ubicados en una secuencia continua (m/veh) (MENDOZA, y otros, 2020 pág. 19).

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} S_i}{N-1} \dots\dots (4)$$

Donde:

S=espaciamiento promedio (m/veh)

N=número de vehículos (veh)

Hi=espaciamiento simple entre vehículos

FHP= Factor de hora pico

VHMD= volumen horario de máxima demanda

Qmax= flujo máximo en minutos

N= Numero de periodos en la hora.

2.2.2 Vía

2.2.2.1. Clasificación

2.2.2.1.1. Según sus características

-**Autopistas**, es una carretera con diferentes carriles, cada uno presenta más de un carril, presenta control en sus accesos. sus entradas y salidas se ejecutan sólo en los distribuidores, también conocidos como intersecciones de paso elevado. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).

-**Carreteras multicarril**, Estas autopistas pueden tener dos o más carriles en cada sentido, estar divididas o no, y tener cierto control sobre sus accesos. Utiliza cruces tanto para las entradas como para las salidas a nivel y desnivel (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25)

-**Carreteras de dos carriles**, Se trata de una vía de dos carriles, con un carril designado para cada dirección de tráfico, intersecciones al mismo nivel y acceso directo desde ambos lados” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26)

2.2.2.1.2. Según su competencia

- Carreteras nacionales, son carreteras que tienen como cargo el servicio nacional de carreteras (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25)
- Carreteras departamentales, son las vías o carreteras que tienen condición y crear carreteras secundarias propiedad de los departamentos que, en conjunto, conforman una red carretera secundarias. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).
- Carreteras vecinales, se refiere a una red viaria terciaria está formada por calles que son competencia del Servicio de Carreteras Locales. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25)
- Carreteras distritales y municipales, se refieren a las calles y carreteras ubicadas en áreas urbanas, suburbanas y rurales que están bajo la responsabilidad y administración del distrito o municipio correspondiente respectivamente (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25)

2.2.2.1.3. Según el tipo de terreno

- Las carreteras en terreno llano se caracterizan por una combinación de alineaciones elevaciones y pendientes tanto verticales como horizontales que posibilitan a los vehículos de gran tamaño mantener una velocidad cercana o similar a la de los vehículos ligeros. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26)
- Carreteras en terreno ondulado, consiste en la fusión de alineaciones horizontales y verticales, lo cual implica que los vehículos de gran tamaño deben disminuir considerablemente su velocidad en comparación con los vehículos más ligeros, sin permitirles mantener velocidades elevadas durante largos períodos de tiempo en pendientes (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26)
- Carreteras en terreno montañoso, se trata de la fusión de alineaciones horizontales y verticales, lo cual impone a los camiones la necesidad

de mantener una velocidad constante en pendientes a lo largo de trayectos extensos o en intervalos frecuente (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26)

2.2.2.1.4. Según su función

- Carreteras de primer orden, se refieren a las carreteras principales que conectan las capitales de los departamentos y desempeñan un papel fundamental al unir las áreas clave de producción y consumo internos, así como con naciones extranjeras.

- Carreteras de segundo orden, son las que enlazan las ciudades principales entre sí o que se originan en una ciudad principal y se intersecan con la vía principal. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

- Carreteras de tercer orden, son dichas carreteras se juntan con localidades principales de un municipio con las aceras a lo largo de los mismos (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

2.2.2.1.5. Según la velocidad de diseño

La velocidad de diseño se define como la máxima velocidad a la cual se puede circular de manera segura y cómoda en un tramo específico de carretera, dadas unas condiciones ideales. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

En la tabla 1, se visualiza la según el tipo de carretera su respectiva velocidad de diseño.

Tabla 1. Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120			
Carretera principal de dos calzadas	Plano													
	Ondulado													
	Montañoso													
	Escarpado													
Carretera principal de una calzada	Plano													
	Ondulado													
	Montañoso													
	Escarpado													
Carretera secundaria	Plano													
	Ondulado													
	Montañoso													
	Escarpado													
Carretera terciaria	Plano													
	Ondulado													
	Montañoso													
	Escarpado													

Fuente: (Tapia & Veizaga, 2006)

La velocidad en pendiente para cada % de zonas de prohibición de adelantamiento se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Valores de la relación v/c para pendientes específicas

Porcentaje de pendiente	Velocidad promedio en la pendiente (mi/h)	Porcentaje de zonas de No Adelantamiento para Pendientes específicas					
		0	20	40	60	80	100
3	55.0	0.27	0.23	0.19	0.17	0.14	0.12
	52.5	0.42	0.38	0.33	0.31	0.29	0.27
	50.0	0.64	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47
	45.0	1.00	0.95	0.91	0.88	0.86	0.84
	42.5	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
	40.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	55.0	0.25	0.21	0.18	0.16	0.13	0.11
	52.5	0.40	0.36	0.31	0.29	0.27	0.25
	50.0	0.61	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45
	45.0	0.97	0.92	0.88	0.85	0.83	0.81
	42.5	0.99	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92
	40.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	55.0	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08
	52.5	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20
	50.0	0.57	0.49	0.45	0.41	0.39	0.37
	45.0	0.97	0.84	0.79	0.75	0.72	0.70
	42.5	0.97	0.90	0.87	0.85	0.83	0.82
	40.0	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92

	35.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	55.0	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
	52.5	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13
	50.0	0.48	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26
6	45.0	0.85	0.76	0.68	0.63	0.59	0.55
	42.5	0.93	0.84	0.78	0.74	0.70	0.67
	40.0	0.97	0.91	0.87	0.83	0.81	0.78
	35.0	1.00	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90
	30.0	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
	55.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	52.5	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04
	50.0	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15	0.12
7	45.0	0.77	0.65	0.55	0.46	0.40	0.35
	42.5	0.86	0.75	0.67	0.60	0.54	0.48
	40.0	0.93	0.82	0.75	0.69	0.64	0.59
	35.0	1.00	0.91	0.87	0.82	0.79	0.76
	30.0	1.00	0.95	0.92	0.90	0.88	0.86

Fuente: (Tapia & Veizaga, 2006)

2.2.2.2. Condiciones geométricas

2.2.2.2.1. Ancho de calzada

Un tramo de la vía reservado para la circulación de automóviles, que consta de uno o más carriles y no incluye el área de la berma. (MTC, 2013 pág. 46).

2.2.2.2.2. Ancho de carril

Tramo de carretera por el que circula una fila de vehículos en la misma dirección. (MTC, 2013 pág. 11).

2.2.2.2.3. Ancho de berma

Sirve para aislar la calzada y proporcionar una zona segura para aparcar en caso de emergencia, se utiliza la franja longitudinal paralela a la calzada. (MTC, 2013 pág. 9).

2.2.2.2.4. Porcentaje de zonas de no rebase

Siempre que la visibilidad necesaria para adelantar no esté disponible debido a restricciones causadas por elementos relacionados con la estructura o elevación, o una combinación de ambos, se requerirá la señalización de la zona de adelantamiento prohibido mediante pintura

en el suelo y/o señales verticales correspondientes. (MTC, 2018 pág. 168).

2.2.2.2.5. Pendiente

Es el declive del eje en la carretera, en el sentido donde avanza el vehículo. (MTC, 2013 pág. 37).

2.2.2.2.6. Puntos de acceso

Se refiere a las características de la vía (de tránsito continuo o discontinuo, sin o con control de accesos, dividida o no, de dos o más carriles, etc.), las particularidades de su entorno, características geométricas ancho de carriles y acotamientos, velocidad del proyecto, restricciones para el adelanto, carriles exclusivos y características de los alineamientos), u el tipo de terreno donde se aloja la infraestructura vial. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 356).

2.2.3 Nivel de Servicio

Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, se describe en términos como velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobra y seguridad vial, establecido en seis niveles de servicio clasificándolos con letras de la "A" a la "F". (NAVARRO, 2017 pág. 150).

En la tabla 3, Tapia y Veizaga nos resume la relación v/c, para cada nivel de servicio dado para cada tipo de terreno.

Tabla 3. Nivel de servicio para segmentos generales de carreteras de dos carriles

			Relación velocidad - capacidad					
			Terreno plano					
N.S	% de tiempo de demora	Vel. Prom edio	Porcentaje de zona de no rebase					
			0	20	40	60	80	100
A	≤30	≥58	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04
B	≤45	≥55	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16
C	≤60	≥52	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32
D	≤75	≥50	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57
E	>75	≥45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
F	100	<45	--	--	--	--	--	--
			Terreno ondulado					
A	≤30	≥57	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
B	≤45	≥54	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13
C	≤60	≥51	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28
D	≤75	≥49	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43
E	>75	≥40	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90
F	100	<40	--	--	--	--	--	--
			Terreno montañoso					
A	≤30	≥56	0.14	0.08	0.07	0.04	0.02	0.01
B	≤45	≥54	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	≤60	≥49	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	≤75	≥45	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.32
E	>75	≥35	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78
F	100	<35	--	--	--	--	--	--

Fuente: (Tapia & Veizaga, 2006)

2.2.3.1. Nivel de servicio A

Se refiere a condiciones en las que los vehículos pueden circular sin restricciones, con niveles de tráfico bajos y velocidades de conducción relativamente altas. Los conductores experimentan una demora que representa menos del 35% del tiempo total de viaje. (NAVARRO, 2017 pág. 151).

2.2.3.2. Nivel de servicio B

El tráfico fluye sin problemas a una velocidad razonable, pero a medida que las condiciones del tránsito empeoran, la velocidad comienza a verse limitada. Sin embargo, la demora experimentada por los conductores no supera el 50% del tiempo total de viaje. (NAVARRO, 2017 pág. 151).

2.2.3.3. Nivel de servicio C

Se mantiene en zona estable, un número significativo de conductores está experimentando limitaciones en su capacidad de elegir libremente su La velocidad de desplazamiento de los vehículos es un factor determinante en el tiempo total de viaje. Se estima que aproximadamente el 65% de la duración del viaje se debe a la demora experimentada por los conductores. (NAVARRO, 2017 pág. 151)

2.2.3.4. Nivel de servicio D

Cuando se acerca a un flujo de tráfico inestable, los conductores experimentan limitaciones significativas en su capacidad para realizar maniobras debido a la falta de libertad. La demora que enfrentan representa aproximadamente el 80% del tiempo total de viaje. (NAVARRO, 2017 pág. 151)

2.2.3.5. Nivel de servicio E

Nivel que presenta un flujo inestable, Se producen ligeros atascos. Los conductores experimentan retrasos que superan el 80% de la duración total del viaje. (NAVARRO, 2017 pág. 152)

2.2.3.6. Nivel de servicio F

Flujo forzado, La situación presenta señales de "alto y continúe" debido a una gran cantidad de vehículos en la carretera. La vía se encuentra abrumada y no puede acomodar más tráfico. (NAVARRO, 2017 pág. 152)

2.2.4 Condiciones de tránsito

Describe cómo se distribuye el tráfico en el tiempo y en el espacio, cómo se distribuyen los distintos tipos de vehículos, como camiones ligeros, autobuses y vehículos recreativos, circulan por carreteras de dos carriles y dos sentidos. Además, es importante considerar la distribución del tráfico a lo largo de cada carril de la carretera de varios carriles. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 355)

2.2.4.1. Distribución del tráfico por carril

Según la metodología definida en el Manual de Capacidades de Carreteras (HCM) 2000, se requiere considerar la distribución del tráfico en cada carril al calcular el nivel de servicio. Esta distribución se deriva de los recuentos de tráfico semanales y permite comparar el volumen de vehículos en cada carril. Sin embargo, el HCM ha establecido distribuciones de tráfico específicas como 50/50, 60/40, 70/30, 80/20 y 90/10. (VEGA, 2018 pág. 73)

2.2.4.2. Aforo vehicular y composición del tráfico

Las mediciones de tráfico son llevadas a cabo con el fin de contar la cantidad del número de vehículos que circulan por un lugar o tramo específico de la carretera durante un período de tiempo específico. (NAVARRO, 2017 pág. 37)

Un método para obtener información sobre los volúmenes de tráfico es a través de la realización de aforos, es el conteo manual mediante el uso de plantillas de conteo mediante la utilización de personal de campo, también conocido como aforadores de tráfico, se recopilan datos sobre los volúmenes de tráfico. (GÓMEZ, 2004 pág. 63)

2.2.4.3. Factor horario de máxima demanda

El FHMD se utiliza para examinar los cambios en el volumen del tráfico durante la hora de mayor demanda, estableciendo una conexión entre el volumen de tráfico máximo en esa hora y el flujo máximo. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 60)

2.2.5 Tiempos de Retraso

El tiempo de retraso es el tiempo que se demora una normal circulación, donde por razones del congestionamiento vehicular u otros factores generan una demora innecesaria a los usuarios al momento de transitar en una vía, esto conlleva a gastos y pérdidas económicas de diversas maneras para los usuarios, respectivamente (Alberto Bull, 2001 pág. 23).

2.2.4.4. Velocidad

Velocidad es la relación que hay entre el tiempo que se tarde y el espacio recorrido en ser recorrido. Para el vehículo eso significa la relación de movimiento, lo cual comúnmente se expresa en términos de kilómetros por hora (Km/h) (MENDEZ, 2009 pág. 05).

2.2.4.4.1. Velocidad instantánea

Es la rapidez a la que se desplaza en un determinado momento a lo largo de un tramo de carretera o calle. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 238).

2.2.4.4.2. Velocidad media temporal

Es la media matemática de todas las velocidades puntuales de los vehículos que pasan por un lugar determinado de la carretera durante un periodo de tiempo predeterminado. específico. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 238).

$$Vt = \frac{\sum_{i=1}^n vi}{n} \dots\dots (5)$$

Donde:

Vt= velocidad media temporal

Vi= velocidad del vehículo i

n= número total de vehículos observados

Es la velocidad media que tienen vehículos que atraviesan por un perfil de la carretera en un determinado tiempo (GONZÁLES, 1999 pág. 6).

2.2.4.4.3. Velocidad media espacial

Se refiere al promedio de las velocidades instantáneas de todos los automóviles que se encuentran en un tramo específico de la carretera en un momento determinado (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 239).

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n ti}{n} \dots\dots (6)$$

Donde:

T= tiempo promedio de recorrido

D= distancia dada o recorrida

N= número total de vehículos observados

Ve= velocidad media espacial

Es la velocidad media de todos los vehículos que están en el tramo de una carretera en un instante dado (GONZÁLEZ, 1999 pág. 6).

2.2.4.5. Densidad

La densidad del tráfico se refiere a la cercanía o proximidad de otros vehículos en la carretera. Es una medida que influye en la comodidad del conductor y en su capacidad para maniobrar sin problemas en el tráfico. (ALVARADO, 2018 pág. 35).

$$K = \frac{N}{d} = \frac{q}{v} \dots\dots (7)$$

K=densidad de tráfico (veh/km)

N=número de vehículos (veh)

D= longitud (Km)

Q= flujo (veh/h)

V=velocidad (km/h)

2.2.4.5.1. Intervalo Simple entre vehículos consecutivos

Es el intervalo de tiempo que pasa entre la pasada de dos automóviles seguidos, medido en segundos y calculado entre puntos correspondientes de dichos vehículos consecutivos. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 277)

2.2.4.5.2. Intervalo promedio entre varios vehículos

Es el intervalo promedio en los intervalos simples que, en su totalidad, que se encuentra entre los diferentes vehículos que circulan en una vía. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 277)

Es el resultado de los intervalos simples que posteriormente obtiene un promedio, h_i , que existen entre los varios vehículos que circulan por una vía. Esta se expresa en segundos por vehículo (s/veh) al tratarse de un valor promedio (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 277).

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N-1} \dots\dots (8)$$

Donde:

N=número de vehículos (veh)

H=intervalo promedio (dado en seg/veh)

Hi=intervalo simple entre el vehículo

2.2.6 Intersecciones Viales Semaforizadas

Una intersección vial semaforizada es un cruce de caminos donde el flujo de tráfico es controlado por un sistema de semáforos. Los semáforos indican cuándo los vehículos pueden avanzar a través de la intersección y cuándo deben detenerse, permitiendo que otros vehículos pasen de manera segura. Las intersecciones semaforizadas también pueden incluir señales de tráfico, marcas viales y dispositivos de control de velocidad para mejorar la seguridad vial". (ROESS, y otros, 2010)

Los semáforos pueden ser definidos como Dispositivos que utilizan luces, a menudo rojas, amarillas y verdes, y son controlados por una unidad de control para organizar y regular el flujo de tráfico de automóviles y peatones en calles y carreteras. A continuación, se exponen las finalidades principales de estos dispositivos, que se basan en el funcionamiento de los controles semaforicos. (CAL Y MAYOR, y otros, 2007).

Figura 2. Intersección semaforizada de cuatro accesos



Fuente: Yépez, 2015

2.2.6.1. Tipo de Semaforización

Los sistemas de semaforización pueden dividirse en tres tipos: fijos, adaptativos y coordinados, esto dependerá principalmente del tipo de controlador que usen (WRIGHT, 2013).

2.2.6.1.1. semaforización fija

Consiste en programar un ciclo de tiempo preestablecido para cada fase semafórica en una intersección, presentando así ciclos e intervalos constantes.

2.2.6.1.2. semaforización adaptativa

Esta se ajusta al ciclo de tiempo según la demanda en el tráfico en tiempo real, haciendo que presente ciclos variados y con una mejor optimización de acuerdo a las necesidades reales en una intersección.

2.2.6.1.3. semaforización coordinada

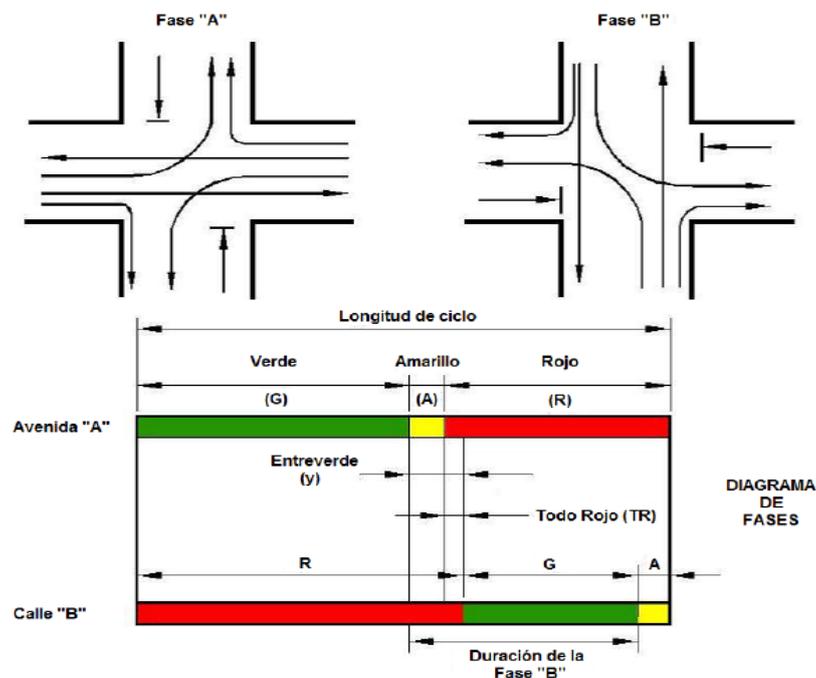
También conocida como accionada por el tránsito en múltiples intersecciones con el objetivo de lograr un flujo de tráfico más eficiente, del ciclo en ciclo la longitud del ciclo es voluble.

2.2.6.2. Características

Cada semáforo tiene una duración de ciclo específica para permitir el flujo de vehículos en las intersecciones. Estos dispositivos cuentan con diferentes fases de ciclo semafórico, las cuales varían según la cantidad de los accesos y los movimientos ya existentes. Utilizando un ciclo de semáforo de dos fases, la intersección del diagrama siguiente tiene dos accesos. Se pueden hacer movimientos de paso cuando se descargan flujos. Derecho de giro y un mayor número de giros hacia la derecha. más adelante izquierda para cada sección.

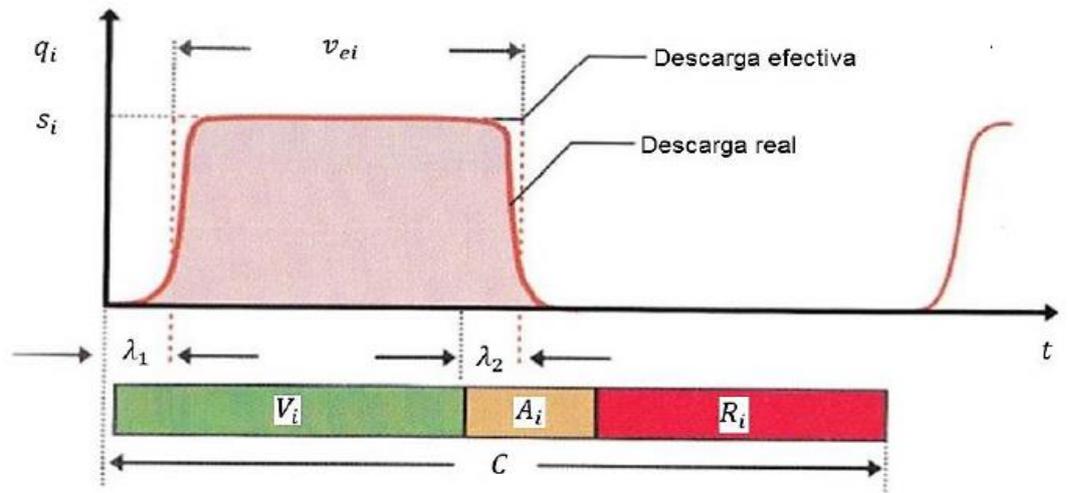
Las características principales de las intersecciones controladas por semáforos incluyen la capacidad de regular el flujo de tráfico, mejorar la seguridad vial, y reducir la congestión vehicular. Además, las intersecciones sanforizadas pueden ser diseñadas con tecnología avanzada para optimizar los tiempos de los ciclos de semáforos y mejorar el flujo de tráfico en tiempo real.

Figura 3. Ejemplo del ciclo semafórico de dos fases



Fuente: Cal y Mayor, 2007

Figura 4. Diagrama de longitud del ciclo, comportamiento real



Fuente: Fernández, 2008

La figura N°4, Debido a la reacción y acción del primer coche al principio de la fila de la intersección para salir de la misma, el comportamiento real en una intersección semaforizada conlleva una pérdida inicial (1) cuando el semáforo indica verde. Tras este cambio, se pone en movimiento toda la fila de vehículos y, a continuación, se libera o carga el acceso. Algunos automovilistas aceleran cuando se enciende la luz ámbar para cruzar el cruce antes de que se muestre la señal de luz roja. La ganancia final del semáforo es esta última transición (transición 2) de la secuencia. (TEISI ANALISIS SEM PAG 26).

2.2.6.2.1. **Longitud del ciclo semafórico:** La longitud de un ciclo semafórico óptimo se describe con la Ecuación 3.

$$C_i = \frac{1.5L+5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Z_i} \dots \dots (9)$$

Donde:

Ci: Tiempo óptimo del ciclo (s)

L: Tiempo total perdido por ciclo (s)

Z_i: Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i

φ: Número de fases

2.2.6.2.2. **Intervalo de cambio de fase:** Es el tiempo de percepción y reacción del conductor que incluye la desaceleración y el tiempo de despeje de la intersección, incluye el amarillo más todo rojo. Se expresa mediante la siguiente Ecuación 4.

$$Y_i = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{w+l}{v} \right) \dots\dots (10)$$

Donde:

Y_i: Intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo (s)

t: Tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1.00 s)

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

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

w: Ancho de la intersección (m)

l: Longitud del vehículo (valor típico 6.10 m).

2.2.6.2.3. **Tiempo En Verde Efectivo:** El tiempo de verde efectivo total g_i , el mismo que está disponible por ciclo para cada uno de los accesos de la intersección, está dado por:

$$g_i = C_i - L = C_i - \sum_{i=1}^{\phi} l_i + TR \dots\dots (11)$$

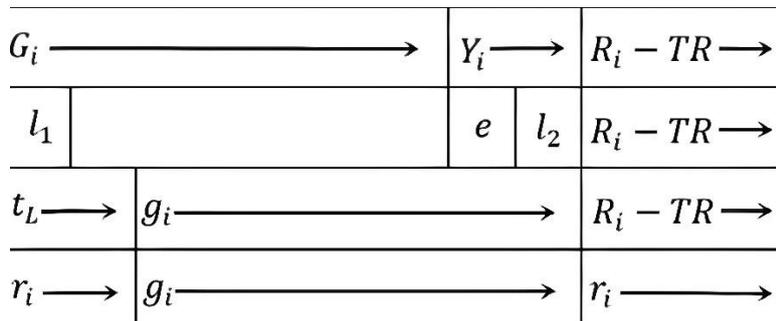
Donde:

g_i : Tiempo de verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos

C_i : Tiempo óptimo del ciclo (s)

L : Tiempo total perdido por ciclo

Figura 5. Relaciones entre variables de distribución temporal en semáforos



Fuente: Vera, 2012

Las ecuaciones mostradas a continuación resumen las relaciones entre las variables de distribución temporal en semáforos:

$$tL = l_1 + l_2 = l_1 + Y_i - e \dots \dots (12)$$

$$g_i = G_i + Y_i - tL \dots \dots (13)$$

$$r_i = R_i + TR - tL \dots \dots (14)$$

Tabla 4. Variables fundamentales en intersecciones semaforizadas.

Nombre	Símbolo	Definición	Unidad
Intervalo de cambio y de despeje	Yi	Intervalo de ámbar más todo-rojo (TR) que ocurre entre fases del semáforo para favorecer el despeje de la intersección antes de que los movimientos conflictivos sean realizados.	s
Fase	-	Parte del ciclo semafórico definida para una combinación de movimientos que reciben el derecho de paso simultáneamente durante uno o más intervalos.	-
Longitud de ciclo	Ci	Tiempo total para que el semáforo complete un ciclo.	s
Tiempo de verde	Gi	Duración de la indicación verde para un movimiento determinado en la intersección semaforizada.	s
Tiempo de rojo	Ri	Periodo en el ciclo semafórico durante el cual la indicación es roja para una determinada fase o grupo de canales.	s
Tiempo de verde efectivo	gi	Tiempo durante el cual un determinado movimiento o grupo de movimientos pueden proceder.	s
Tiempo de rojo efectivo	ri	Tiempo durante el cual un determinado movimiento o grupo de movimientos es restringido, es igual a la longitud del ciclo menos el tiempo de verde efectivo.	s
Extensión del tiempo de verde efectivo	e	Monto del intervalo de cambio y despeje, al final de la fase para un grupo de canales, que es empleado para el movimiento de sus vehículos.	s
Tiempo perdido	tL	Tiempo durante el cual una intersección no es usada de manera efectiva por ningún movimiento.	s

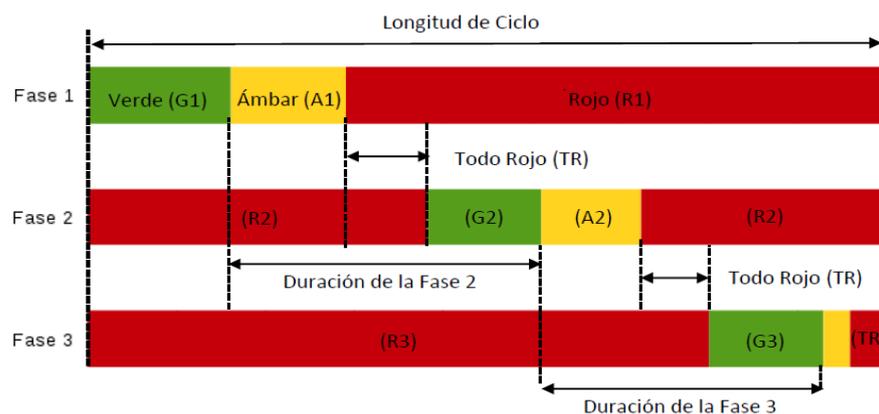
Tiempo perdido total	L	Tiempo perdido total por ciclo durante el cual la intersección no es usada de manera efectiva por ningún movimiento, que ocurre durante los intervalos de cambio y despeje y al inicio de la mayoría de las fases.	s
----------------------	---	--	---

Fuente: TRB, 2000

2.2.6.3. Condiciones de semaforización

Para que exista, se debe presentar elementos que dan información relacionada a los semáforos, entre ellas tenemos la longitud del ciclo, cantidad de las fases, los intervalos de tiempo en segundos tanto para la luz verde, amarilla y roja. Esta información se puede resumir en un diagrama, como se muestra en la figura 11.

Figura 6. Ciclo semafórico



Fuente: Elaboración propia

-Ciclo de semáforo: Es el tiempo total requerido para que se complete una secuencia completa de intervalos de un semáforo.

-Cola: Se refiere a la una fila de vehículos que están detenidos o prácticamente detenidos.

-Fase. componente de un ciclo que comprende principalmente: (a) un intervalo en el que se otorga el derecho de paso a uno o más movimientos, y (b) un intervalo de transición, como el amarillo o amarillo más todo rojo, que generalmente es llamado entre verde.

-Intervalo (vehicular): El tiempo transcurrido entre el paso, en un punto fijo de una vía, del extremo anterior de un vehículo y el mismo extremo del vehículo que lo precede en la vía.

-Paso vehicular: El tiempo que tarda un vehículo en recorrer su propia longitud.

-Semáforo de tiempos fijos. El instrumento encargado de regular el tránsito siguiendo ciclos e intervalos preestablecidos se conoce como semáforo.

2.2.6.4. Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas

Los parámetros que definen los niveles de servicio (NDS) se presentan en relación a la duración promedio de espera por vehículo, medida en segundos. Se definen seis niveles de servicio, cada uno con descripciones específicas. La determinación del nivel de servicio se basa en la información proporcionada en la Tabla.

Tabla 5. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas

Nivel de Servicio	Características de Operación	Demora (s)
A	Baja demora, coordinación extremadamente favorable y ciclos cortos, los vehículos no se detienen.	< 10
B	Ocurre con una buena coordinación y ciclos cortos, los vehículos empiezan a detenerse.	> 10 - 20
C	Ocurre con una coordinación regular y/o ciclos largos, los ciclos en forma individual empiezan a fallar.	> 20 - 35
D	Empieza a notarse la influencia de congestión ocasionada por un ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen.	> 35 - 55
E	Es el límite aceptable de la demora; indica una coordinación muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos son frecuentes.	> 55 - 80

F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, ocurren cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c son menores de 1.00 pero con una coordinación muy pobre y/o ciclos demasiado largos.	> 80
---	---	------

Fuente: TRB, 2000, p. 16-2; Cal y Mayor, 2005

2.2.7 Demoras en intersecciones semaforizadas

La demora en intersecciones semaforizadas es el tiempo que un vehículo espera antes de poder avanzar a través de la intersección. La demora se produce debido a la presencia de otros vehículos que ocupan el espacio en la intersección o que están detenidos en la luz roja del semáforo, dichas demoras en promedio se pueden obtener mediante la siguiente ecuación (Huang et al., 2019).

$$d = d1(PF) + d2 + d3..... (15)$$

Donde:

d: Demora por control por vehículo (s/veh).

d1: Demora por control uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh).

PF: Factor de ajuste de demora uniforme por coordinación.

d2: Demora incremental considera los impactos de llegadas impredecibles y congestión excesiva, y se ajusta según la duración del período de análisis y el tipo de controlador. Esta parte de la demora supone que no hay una fila inicial para el conjunto de carriles al comienzo del período de análisis, expresada en segundos por vehículo.

d_3 : Demora dada por una cola inicial, el mismo que considera la suma de las demoras de todos los vehículos durante el periodo de análisis, teniendo en cuenta las colas iniciales al comienzo del periodo de análisis (en segundos por vehículo).

2.2.7.1. Demora uniforme

Demora cuya resultante se calcula considerando un escenario ideal donde las llegadas son uniformes, el flujo es constante y no hay colas iniciales. La ecuación 18 proporciona una estimación precisa y aceptada de la demora uniforme, la cual se basa en el primer término de la fórmula 25 de demora de Webster. Es importante destacar que los valores de X no pueden superar el valor de 1. (SILVERIO CRUZ, 2019 pág. 36)

$$d_1 = \frac{0.5c(1-\frac{g}{c})^2}{1-[\min(1,x)]\times\frac{g}{c}} \dots\dots (16)$$

Donde:

d_1 : Demora por control uniforme con llegadas uniformes (s/veh).

C : Longitud del ciclo (s); longitud de ciclo empleada en semáforos con controladores fijos.

g : Tiempo que el semáforo es verde efectivo para el grupo de carriles (s); tiempo empleado en semáforos con controladores fijos.

X : es el grado de saturación para el grupo de carriles.

2.2.7.2. Factor de ajuste por coordinación

El factor de ajuste por coordinación tiene influencia en la coordinación de semáforos y en la proporción de vehículos que llegan durante el intervalo de luz verde. Una coordinación efectiva resulta en una alta proporción de vehículos llegando en verde, mientras que una

coordinación deficiente conlleva a una menor proporción. El factor de ajuste se aplica a todos los grupos de carriles coordinados y afecta el retraso uniforme, especialmente el retraso d1. El valor del factor de ajuste puede calcularse utilizando la Ecuación 17.

$$PF = \frac{(1-P) \times fPA}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)} \dots\dots (17)$$

Donde:

PF: Factor de ajuste por coordinación.

P: Proporción de vehículos que llegan en verde.

g/C: Proporción de tiempo de verde disponible.

fPA: Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde

El valor de PF puede ser hallado mediante el uso de la siguiente tabla.

Tabla 6. Factor de ajuste por coordinación para el cálculo de la demora uniforme

Relación g/c	Tipo de Llegada (AT)					
	AT 1	AT 2	AT 3	AT 4	AT 5	AT 6
0.2	1.167	1.007	1	1	0.833	0.75
0.3	1.286	1.063	1	0.986	0.714	0.571
0.4	1.445	1.136	1	0.895	0.555	0.333
0.5	1.667	1.24	1	0.767	0.333	0
0.6	2.001	1.395	1	0.576	0	0
0.7	2.556	1.653	1	0.256	0	0
fPA	1	0.93	1	1.15	1	1
Rp por defecto	0.333	0.667	1	1.333	1.667	2

Fuente: TRB, 2000, p. 16-20.

2.2.7.3. Demora incremental

Es cuando se presenta una demora para calcular este retraso puede utilizarse la ecuación 18, que supone por defecto que no hay demanda insatisfecha que provoque la formación de colas iniciales al comienzo del periodo (T). Cada valor de X es compatible con el retraso incremental. (SILVERIO CRUZ, 2019 pág. 37)

$$d2 = 900T \left[(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8 \times k \times I \times X}{c \times T}} \right] \dots\dots (18)$$

Donde:

d2: medida de tiempo adicional que considera los impactos de colas impredecibles y excesivas, modificada según la duración del período de análisis y el tipo de controlador utilizado en el semáforo (s/veh).

T: Duración del periodo a analizar (h).

k: Factor de demora incremental dependiente del ajuste de los controladores.

I: Factor de ajuste por ingresos a la intersección corriente arriba.

c: Capacidad en el grupo de carriles (veh/h).

X: grado de saturación.

2.2.7.4. Demora por cola inicial

La demora adicional causada por las colas residuales (insatisfechas) del periodo anterior es conocida como "cola inicial". Esta cola debe ser despejada antes de permitir el paso de los vehículos que llegan durante el análisis actual. Si el valor de X es mayor que 1 durante un periodo de 15 minutos, el siguiente periodo comenzará con una cola inicial,

denotada como Q_b , que se expresa en número de vehículos y es visible al inicio del semáforo en rojo. Los vehículos que ingresen durante el periodo de análisis experimentarán un retraso inicial antes de poder avanzar la cola igual a Q_b , representada por d_3 . (SILVERIO CRUZ, 2019 pág. 37)

Caso 1: En este caso, el periodo de análisis no está saturado y no hay una cola inicial presente. Por lo tanto, el valor de d_3 , que representa la demora adicional debido a la cola inicial, es igual a cero.

Caso 2: En este caso, el periodo de análisis está sobresaturado, lo que significa que la demanda de vehículos supera la capacidad disponible. Sin embargo, no hay una cola inicial presente. Por lo tanto, al igual que en el caso anterior, el valor de d_3 es igual a cero.

Caso 3: En este caso, hay una cola inicial Q_b que se disipa durante el periodo de análisis T . Para que esto ocurra, la suma de Q_b y la demanda total en T (q_T) debe ser menor que la capacidad disponible (c_T). En otras palabras, $Q_b + q_T < c_T$.

Caso 4: En este caso, aún existe demanda insatisfecha al final del periodo de análisis T , pero esta demanda insatisfecha está disminuyendo. Para que esto suceda, la demanda total en T debe ser menor que la capacidad disponible, es decir, $q_T < c_T$.

Caso 5: la demanda en T supera a la capacidad. la demanda insatisfecha se incrementa al final de T . Para que esto pase deberá cumplirse $q_T > c_T$.

La demora por cola inicial d_3 se calculará según la ecuación 19.

$$d_3 = \frac{1800Qb(1+u)t}{cT} \dots\dots (19)$$

Donde:

Qb : Cola inicial al inicio del periodo T (veh).

c : Capacidad (veh/h).

T : Duración del proceso(h).

t : Duración en la demanda insatisfecha (h).

u : Parámetro de demora.

Para 3, 4 y 5, los parámetros u y t se calculan mediante las ecuaciones 20 y 21.

$$t = 0 \text{ si } Qb = 0, \text{ de otro modo } t = \min \left\{ \frac{Qb}{c[1-\min(1,X)]} \right\} \dots\dots (20)$$

$$u = 0 \text{ si } t < T, \text{ de otro modo } u = 1 - \frac{cT}{Qb[1-\min(1,X)]} \dots\dots (21)$$

Asimismo, para 4 y 5, el último vehículo que llega dentro del periodo T tendrá que despejar la intersección en el tiempo $T_c > T$, también llamado tiempo de despeje de cola inicial. T_c se calcula con la Ecuación 22.

$$T_c = \max \left(T, \frac{Qb}{c} + TX \right) \dots\dots (22)$$

2.3 Marco Conceptual

AFORO VEHICULAR: “A la acción de cuantificar el flujo de vehículos y/o peatones que transitan por una sección específica de una carretera durante un período determinado. (GÓMEZ, 2004 pág. 61)

CAPACIDAD VIAL: Es la capacidad máxima de vehículos por unidad de tiempo que se estima razonablemente que pueda pasar por una sección de carretera, ya sea en un solo sentido o en ambos sentidos, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la vía y del tráfico. (GÓMEZ, 2004 pág. 170)

CARRILLES DE TRANSITO. El segmento de la carretera designado específicamente para el desplazamiento de los vehículos. (NAVARRO, 2017 pág. 16)

DENSIDAD VEHICULAR: La cantidad de vehículos que ocupan una determinada longitud de una vía en un instante dado. Por lo general, se expresa en términos de vehículos por kilómetro de longitud de la vía (veh/km).(TAPIA, y otros, 2006 pág. 53)

FACTOR DE HORA DE MÁXIMA DEMANDA: “Convierte los volúmenes horarios de máxima demanda (VHMD) a tasas de flujo (q)”. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 396)

FACTOR DE HORA PICO: “Representa una variación temporal en el flujo durante una hora. En autopistas, el valor de FHP varía desde 0.80 a 0.95”. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 103)

FLUJO DE SATURACIÓN: Es la máxima cantidad de vehículos que atraviesan la línea de alto durante el período de luz verde, teniendo en cuenta que puede haber filas de vehículos presentes hasta el final del período verde. Este escenario ocurre cuando el período de luz verde está completamente saturado y las filas de vehículos persisten. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 397)

FLUJO CONTINUO. Estas no sean parte intrínseca del flujo de tráfico. se pueda interrumpir. (CERQUERA, 2007 pág. 1)

FLUJO INTERRUMPIDO. Los flujos de este tipo pueden verse interrumpidos por elementos como intersecciones, semáforos u otros obstáculos en la vía que pueden afectar el flujo vehicular normal. semaforizadas y paraderos de buses. (CERQUERA, 2007 pág. 1)

INTERVALO DE TIEMPO. Es el lapso de tiempo que se registra entre el paso consecutivo de dos vehículos por un punto específico en la vía. (NAVARRO, 2017 pág. 17)

NIVELES DE SERVICIO: Medida cualitativa de la consecuencia la capacidad de una vía puede estar influenciada por diversos factores, como la velocidad de los vehículos, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tráfico, la facilidad para realizar maniobras, la seguridad vial y los costos operativos, entre otros. Estos elementos pueden afectar la capacidad de la vía y determinar la eficiencia y comodidad del flujo de tráfico en dicha vía. (GÓMEZ, 2004 pág. 170)

PENDIENTE: Es la relación entre la distancia horizontal y el desnivel presente que hay entre dos puntos. (NAVARRO, 2017 pág. 17)

SEMÁFORO. Los semáforos son equipos que emiten señales luminosas las cuales regulan el flujo vehicular y la seguridad de los peatones que van cruzando las calzadas. (GÓMEZ, 2004 pág. 388)

SEMAFOROS FIJOS. Son equipos estáticos y están equipados con una luz intermitente de color amarillo o rojo. (GÓMEZ, 2004 pág. 390)

SEMAFOROS VARIABLES. Los semáforos de tipo variable tienen la capacidad de ser compuestos o simples y su secuencia de luces varía entre los colores rojo, verde y amarillo. (GÓMEZ, 2004 pág. 391)

CICLO SEMAFÓRICO. el ciclo semafórico se refiere al período de tiempo total que tarda un semáforo en pasar por todas sus fases, incluyendo los intervalos de tiempo de luz verde, amarilla y roja para cada uno. Todas las direcciones del tráfico. (Cal y Mayor).

TASA DE FLUJO. - El caudal, que se expresa en [veh/hora] pero no refleja con exactitud la cantidad efectiva de vehículos que pasan por un tramo de carretera en un período de tiempo inferior a una hora. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 54)

TRAFICO: Tránsito de vehículos por calles y también de personas o peatones, en los caminos. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 4)

TRÁNSITO: “Una acción de paso. un lugar por el que se pasa para ir de un sitio a otro.”. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 4)

VELOCIDAD VEHICULAR: La distancia recorrida en un tiempo determinado se denomina velocidad del vehículo. Está establecido que la velocidad es una función lineal tanto del tiempo como de la distancia cuando la velocidad es constante. (TAPIA, y otros, 2006 pág. 48)

VOLUMEN DE TRÁFICO: El número de coches que recorren una distancia determinada en un tiempo determinado. (GÓMEZ, 2004 pág. 60)

CAPITULO III

HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

El congestionamiento vehicular produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

3.2 Hipótesis Específicas

a) La capacidad vial afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real

b) El grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real

c) Los volúmenes vehiculares producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real

3.3 Variables

V.D. TIEMPO DE RETRAZO

Los eventos o acciones que cambian el curso de un trabajo, una tarea o un programa se denominan retrasos. Las demoras abarcan posposiciones, detenciones, ralentizaciones, interrupciones, reducciones en el rendimiento, así como cualquier situación relacionada con reprogramación, interferencias, ineficiencias y pérdida de producción. Los retrasos pueden surgir debido a trabajos adicionales o suspendidos, demoras ocasionadas por factores internos o externos, o cualquier otra causa en condiciones generales. (Fuente:

Documentación de construcción utilizada como indicadores de demoras, 1997)

V.I. CONGESTION VEHICULAR

“Acción y efecto de congestionar en tanto que congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo que, en este caso, es el tránsito vehicular” (Real Academia Española, 2014).

3.3.1 Definición conceptual de las variables

V.D. TIEMPO DE RETRAZO

Los eventos o acciones que cambian el curso de un trabajo, una tarea o un programa se denominan retrasos. Las demoras abarcan posposiciones, detenciones, ralentizaciones, interrupciones, reducciones en el rendimiento, así como cualquier situación relacionada con reprogramación, interferencias, ineficiencias y pérdida de producción. Los retrasos pueden surgir debido a trabajos adicionales o suspendidos, demoras ocasionadas por factores internos o externos, o cualquier otra causa en condiciones generales. (Fuente: Documentación de construcción utilizada como indicadores de demoras, 1997)

V.I. CONGESTION VEHICULAR

“Acción y efecto de congestionar en tanto que congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo que, en este caso, es el tránsito vehicular” (Real Academia Española, 2014).

3.3.2 Definición operacional de las variables

V.D. TIEMPOS DE RETRASO VEHICULAR

“Efecto de principal incidencia provocado por el fenómeno del flujo forzado (congestión vehicular), demora que afecta el progreso del sistema de transpirabilidad vehicular”. (Melgar, 2019)

V.I. CONGESTION DE VEHICULAR

“En general entendemos la Saturación vehicular como un exceso de vehículos en una vía, lo cual trae como consecuencia que cada vehículo avance de forma lenta e irregular en comparación a las condiciones normales de operación”. (Iturra, 2008)

3.3.3 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V.D tiempos de retraso	Los retrasos son actos o eventos que posponen, extienden o de alguna manera alteran el cronograma, parte de un trabajo o todo el trabajo. Los retrasos incluyen aplazamiento, paralización, desaceleración, interrupción, disminución de rendimiento, y todo lo relacionado con reprogramación, interferencias, ineficiencias y pérdida de productividad y producción. Los retrasos pueden ser el resultado de trabajos adicionales, o trabajos suspendidos, retrasos causados por el contratista o de cualquiera otra causa bajo condiciones generales. Elnagar y Yates (1997)	“Efecto de principal incidencia provocado por el fenómeno del flujo forzado (congestión vehicular), demora que afecta el progreso del sistema de transitabilidad vehicular”. (Melgar, 2019)	velocidad	Velocidad instantánea	Guías de observación, Excel, cronometro
				Velocidad media temporal	
				Velocidad media espacial	
			Demora en intersecciones	Tiempo de ciclo semafórico	
				Tiempo de recorrido	
				Factor de corrección	
			Flujo de saturación	Capacidad del acceso	
				Tasa de llegada	
				Tasa de salida	
V.I. Congestión vehicular	“Acción y efecto de congestionar en tanto que congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo que, en este caso, es el tránsito vehicular”. (Real Academia Española, 2014)	“En general entendemos la Saturación vehicular como un exceso de vehículos en una vía, lo cual trae como consecuencia que cada vehículo avance de forma lenta e irregular en comparación a las condiciones normales de operación”. (Iturra, 2008)	Capacidad vial	Volumen horario de máxima demanda	Guías de observación, Excel
				Niveles de servicio	
			Volumen vehicular	Cantidad de vehículos por hora (VPH)	Guías de observación, Excel, GPS, cronometro
				Intensidad de tráfico	
				Volumen diario promedio (VDP)	
			Grado de saturación	Flujo de saturación	
				Distribución del tráfico por carril	
				Índice medio diario	

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

3.4 Método de Investigación

Los métodos a hacer uso, serán el científico ya que el trabajo de investigación se desarrolla de manera que sigue reglas y normas ordenadas y sistematizadas, la observación se establecerá como el enfoque específico para el método utilizado. (BERNAL, 2000).

3.5 Tipo de Investigación

El enfoque de investigación adoptado será de naturaleza aplicada al poseer propósitos prácticos e inmediatos, quiere la investigación se lleva a cabo con el propósito de tomar medidas, efectuar transformaciones o generar cambios en un sector específico de la realidad. (CARRASCO, 2005, pág. 45).

3.6 Nivel de Investigación

El nivel de investigación es correlacional, para que se dé a conocer la relación que se da entre ambas variables mediante la manipulación de las mismas. (CARRASCO, 2005 pág. 42).

3.7 Diseño de la Investigación

El diseño es experimental porque en la investigación que se lleva a cabo mediante la manipulación al libre albedrío las variables y lo que se puede observar en ellas. efectos producidos en su entorno original y posteriormente poder analizarlos. (HERNÁNDEZ, y otros, 2010 pág. 152).

3.8 Población y Muestra

3.8.1 Población

La población del siguiente trabajo de investigación está conformada por los vehículos que circulan por la calle Real (Desde el Ovalo de Azapampa hasta Av. Ferrocarril).

3.8.2 Muestra

La muestra de la presente investigación está conformada por los vehículos que circulan por las intersecciones de la calle Real y Jr. Pedro Peralta, hasta la intersección de la calle Real y Jr. Ricardo Palma.

Población	Muestra (Intersecciones)
CALLE REAL	JR. PERALTA
	JR. FRANCISCO ANTONIO DE ZELA
	AV. PRÓCERES
	JR. ARTERIAL
	JR. MELGAR
	JR. JOSE SANTOS CHOCANO
	JR. 2 DE MAYO
	AV. 9 DE DICIEMBRE
	AV. MARISCAL CASTILLA
	JR. RICARDO PALMA

Fuente: Elaboración propia.

3.9 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.9.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recopilación de información en una investigación son las diversas formas en las que se obtiene la información a emplearse en su desarrollo (Arias 2006).

La observación y el fichaje serán empleados principalmente para obtener los datos requeridos para su desarrollo posterior en el análisis de resultados.

3.9.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar son los formatos y fichas que se elaborará, a la par se usará la medición de velocidad en el recorrido, los cuales me dará a constatar el número de vehículos que están circulando, la hora pico, el factor de hora de máxima de manda y los demás indicadores y variables.

3.10 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.10.1 Técnicas de procesamiento de la Información

En la presente investigación para procesar la información se hará uso de las técnicas de investigación, como los formatos que se utilizan para sistematizar la información manera ordenada, utilizando el software Excel, que representará las representaciones gráficas de datos estadísticos y el software Synchro 10.0 para la simulación y optimización en los tiempos de retraso.

3.10.2 Análisis de datos

Los análisis y diseños serán establecidos por el software Synchro 10.0, como técnica se utilizará el HCM 2010 los cuales explicarán el grado congestión, los cálculos permitirán presentar los resultados y dar a conocer el estado de los tiempos de retraso con relación al congestionamiento.

3.11 Aspectos Éticos

Para la ejecución y el estudio de la presente tesis, se hizo uso apropiado de la citación de autores y así también en los cálculos pertinentes se respetaron las fórmulas de dichos autores, además de siempre evitar incurrir en aspectos no éticos como la copia parcial de contenido, en la recopilación de datos se trabajó con datos reales tomados en campo y representadas en sus respectivos cuadros para su análisis posterior.

CAPITULO V RESULTADOS

4.1 Intersección Calle Real y Jr. Pedro Peralta

4.1.1 Aforo Vehicular

La tabla 8 muestra el flujo de vehículos mixtos desde el 20 de febrero al 26 de febrero de 2023, durante las horas de máxima demanda para la primera intersección del sistema.

Tabla 7. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Pedro Peralta

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	808	492	0	66	1366
Martes	728	463	0	45	1236
Miércoles	722	457	0	44	1223
Jueves	722	453	0	44	1219
Viernes	826	513	0	74	1413
Sábado	728	453	0	45	1226
Domingo	724	415	0	43	1182

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 9 se muestran los volúmenes de tráfico mixto registrados cada quince minutos en la intersección.

Tabla 8. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Pedro Peralta

JR. PEDRO PERALTA TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Periodo Max. Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	197	123	0	15
8:45 - 9:00am	204	128	0	20
9:00 - 9:15am	210	132	0	20
9:15 - 9:30am	215	130	0	19

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 9 se obtiene el VHMD y FHMD

La tabla 10 muestra el volumen de tráfico y el factor horario de máxima demanda expresado en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Tabla 9. Volumen horario y factor horario en Jr. Pedro Peralta

	S-N	N-S	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	826	513	74	1402
qmax	215	132	20	362
FHMD	0.96	0.97	0.93	0.97
VHMD (veh/15min)	206.5	128.25	18.5	350.5
V/FHMD (flujo actual)	860	528	80	1448

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Velocidades en la Intersección

En la tabla 11 se indican los tiempos que los vehículos mixtos tardan en recorrer cien metros de distancia.

Tabla 10. Tiempo en segundos en Jr. Pedro Peralta

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. PEDRO PERALTA, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	12.3	10.1	12.5	13.8	11.5	9.7	11.8	12.3	13.1	10.1	13.8	9.9	10.7	12.8
2	11.1	10.6	12.7	14.1	9.9	13.2	13.7	12.5	11.5	9.9	11.7	11.1	13.6	12.4
3	12.3	13.3	9.9	13.6	12.7	13.6	9.8	14.4	12.4	14.4	9.4	10.3	9.8	12.2
4	13.9	13.3	11.3	12.5	10.5	11.7	11.5	11.6	10.3	11.4	10.4	11.4	10.1	10.9

5	12.6	13.1	11.5	11.7	9.5	12.5	13.5	12.3	11.8	14.1	11.3	11.3	11.1	14.3
6	12.7	10.6	10.9	11.3	10.2	11.6	14.2	12.3	10.5	9.6	9.5	13.1	12.5	13.5
7	9.9	11.7	14.1	11.3	10.8	11.4	9.6	13.8	9.9	14.2	14.5	12.5	13.5	10.9
8	10.2	11.3	11.4	11.8	9.4	14.1	12.4	9.3	10.3	13.3	12.7	13.9	10.8	14.2
9	13.6	10.8	9.9	14.2	11.2	13.4	10.3	14.2	9.6	12.9	9.8	13.3	10.3	12.1
10	12.9	9.5	11.8	13.5	12.1	11.9	11.9	13.1	9.8	13.7	13.2	10.2	12.4	9.9
Media	12.15	11.43	10.2	12.78	10.78	12.31	11.87	12.58	10.92	12.36	11.63	11.7	11.48	12.32
Media Par.	11.79		11.49		11.55		12.23		11.64		11.67		11.90	
Media	11.75													

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 12 presenta los resultados de las velocidades en km/h de los vehículos mixtos.

Tabla 11. Velocidad expresada en km/h en Jr. Pedro Peralta

VELOCIDAD EN KM/H, JR. PEDRO PERALTA														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	29.27	35.64	28.80	26.09	31.30	37.11	30.51	29.27	27.48	35.64	26.09	36.36	33.64	28.13
2	32.43	33.96	28.35	25.53	36.36	27.27	26.28	28.80	31.30	36.36	30.77	32.43	26.47	29.03
3	29.27	27.07	36.36	26.47	28.35	26.47	36.73	25.00	29.03	25.00	38.30	34.95	36.73	29.51
4	25.90	27.07	31.86	28.80	34.29	30.77	31.30	31.03	34.95	31.58	34.62	31.58	35.64	33.03
5	28.57	27.48	31.30	30.77	37.89	28.80	26.67	29.27	30.51	25.53	31.86	31.86	32.43	25.17
6	28.35	33.96	33.03	31.86	35.29	31.03	25.35	29.27	34.29	37.50	37.89	27.48	28.80	26.67
7	36.36	30.77	25.53	31.86	33.33	31.58	37.50	26.09	36.36	25.35	24.83	28.80	26.67	33.03
8	35.29	31.86	31.58	30.51	38.30	25.53	29.03	38.71	34.95	27.07	28.35	25.90	33.33	25.35
9	26.47	33.33	36.36	25.35	32.14	26.87	34.95	25.35	37.50	27.91	36.73	27.07	34.95	29.75
10	27.91	37.89	30.51	26.67	29.75	30.25	30.25	27.48	36.73	26.28	27.27	35.29	29.03	36.36
Media	29.98	31.90	31.37	28.39	33.70	29.57	30.86	29.03	33.31	29.82	31.67	31.17	31.77	29.60
Media Par.	30.94		29.88		31.64		29.94		31.57		31.42		30.69	
Media	30.87													

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Características geométricas y composición del tráfico

Tabla 12. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Pedro Peralta

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 4 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera		2.30 m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.02
Ancho de carril		3m
Composición del trafico	Ligeros	94.53
	Camiones	5.04
	Buses	0.43

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 14 muestra la equivalencia de los vehículos en terrenos con una pendiente del 2%.

Tabla 13. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 Determinación del nivel de servicio

- Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1) + 0.0043(2.2 - 1)} \quad Fvp(NS A) = 0.947724$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.05(2.2 - 1) + 0.0043(2.5 - 1)} \quad Fvp(NS B-C) = 0.93769$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1) + 0.0043(1.6 - 1)} \quad Fvp(NS D-E) = 0.950047$$

- Los flujos de servicio se calculan con la fórmula: $SFi = 1900 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fvp$

SFA=	259.297168	veh/h
SFB=	461.793802	veh/h
SFC=	735.449388	veh/h
SFD=	1109.04634	veh/h
SFE=	1805.08845	veh/h

El flujo actual 826veh/h está en el nivel de servicio C.

4.2 Intersección Calle Real y Jr. Antonio de Zela

4.2.1 Aforo Vehicular

En la tabla 15 se presenta el aforo vehicular mixtos del 21 de febrero al 27 de febrero del 2023, para la primera intersección del sistema.

Tabla 14. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Antonio de Zela

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	788	472	70	40	1370
Martes	702	442	61	28	1233
Miércoles	694	439	61	28	1222
Jueves	695	432	61	28	1216
Viernes	813	496	65	38	1412
Sábado	704	437	58	29	1228
Domingo	699	413	54	26	1192

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 16 se presentan los volúmenes de tráfico mixto en la intersección.

Tabla 15. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Antonio de Zela

JR. ANTONIO DE ZELA TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Periodo Max. Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	193	122	0	17
8:45 - 9:00am	200	128	0	15
9:00 - 9:15am	207	130	0	18
9:15 - 9:30am	213	130	0	15

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 15 se obtiene el VHMD y FHMD

En la tabla 17 presento el volumen y factor horario de máxima demanda expresado en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Tabla 16. Volumen horario y factor horario en Jr. Antonio de Zela

	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	813	496	65	38	1418
qmax	213	130	18	12	367
FHMD	0.95	0.95	0.90	0.79	0.97
VHMD (veh/15min)	203.25	124	16.25	9.5	354.5
V/FHMD (flujo actual)	852	520	72	48	1468

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Velocidades en la Intersección

En la tabla 18 se muestran los tiempos de los vehículos mixtos.

Tabla 17. Tiempo en segundos en Jr. Antonio de Zela

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. ANTONIO DE ZELA, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1	15.4	10.3	16.8	13.4	14.7	10.8	13.1	12.7	14.8	11.2	13.1	13.7	14.3	12.8
2	10.9	16.7	11.5	11.6	14.5	15.6	15.5	10.3	16.5	15.9	13.5	11.5	11.5	12.7
3	12.3	16.8	11.3	10.9	12.1	16.1	14.7	16.1	11.3	14.3	16.3	10.4	14.4	14.1
4	16.5	11.6	13.5	11.5	10.5	14.6	11.9	15.8	14.6	16.3	15.9	12.9	10.8	11.4
5	14.1	16.7	11.4	11.8	16.3	14.2	12.4	11.3	13.7	13.7	16.5	16.5	11.7	12.4
6	15.6	12.2	15.2	11.9	14.8	12.4	10.7	10.4	12.9	10.9	10.3	15.8	12.4	13.7
7	11.2	16.9	11.8	12.4	14.7	14.4	16.3	15.6	13.7	12.1	11.5	11.6	16.7	11.1
8	12.9	10.8	14.3	16.3	12.8	14.9	16.6	12.6	10.3	16.1	16.7	12.2	15.8	16.6
9	15.6	14.5	10.8	10.4	16.4	12.5	15.5	14.8	15.4	10.7	16.4	11.4	10.8	14.7
10	16.1	14.3	10.3	13.2	14.4	13.1	13.4	16.3	13.2	14.8	13.3	16.3	14.3	11.4
Media	14.06	14.08	12.69	12.34	14.12	13.86	14.01	13.59	13.64	13.6	14.35	13.23	13.27	13.09
Media Par.	14.07		12.52		13.99		13.80		13.62		13.79		13.18	
Media	13.57													

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 19 presenta los resultados de las velocidades en km/h de los vehículos mixtos.

Tabla 18. Velocidad expresada en km/h en Jr. Antonio de Zela

VELOCIDAD EN KM/H, JR. ANTONIO DE ZELA														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	23.38	34.95	21.43	26.87	24.49	33.33	27.48	28.35	24.32	32.14	27.48	26.28	25.17	28.13
2	33.03	21.56	31.30	31.03	24.83	23.08	23.23	34.95	21.82	22.64	26.67	31.30	31.30	28.35
3	29.27	21.43	31.86	33.03	29.75	22.36	24.49	22.36	31.86	25.17	22.09	34.62	25.00	25.53
4	21.82	31.03	26.67	31.30	34.29	24.66	30.25	22.78	24.66	22.09	22.64	27.91	33.33	31.58
5	25.53	21.56	31.58	30.51	22.09	25.35	29.03	31.86	26.28	26.28	21.82	21.82	30.77	29.03
6	23.08	29.51	23.68	30.25	24.32	29.03	33.64	34.62	27.91	33.03	34.95	22.78	29.03	26.28
7	32.14	21.30	30.51	29.03	24.49	25.00	22.09	23.08	26.28	29.75	31.30	31.03	21.56	32.43
8	27.91	33.33	25.17	22.09	28.13	24.16	21.69	28.57	34.95	22.36	21.56	29.51	22.78	21.69
9	23.08	24.83	33.33	34.62	21.95	28.80	23.23	24.32	23.38	33.64	21.95	31.58	33.33	24.49
10	22.36	25.17	34.95	27.27	25.00	27.48	26.87	22.09	27.27	24.32	27.07	22.09	25.17	31.58
Media	26.16	26.47	29.05	29.60	25.93	26.33	26.20	27.30	26.87	27.14	25.75	27.89	27.75	27.91
Media Par.	26.31		29.32		26.13		26.75		27.01		26.82		27.83	
Media	27.17													

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Características geométricas y composición del tráfico

Tabla 19. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Antonio de Zela

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 2 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera		2.40 m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.02
Ancho de carril		3.5m
Composición del trafico	Ligeros	94.73%
	Camiones	4.85%
	Buses	0.42%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

En la tabla 21 se muestra la equivalencia de los vehículos en terrenos con una pendiente del 2%.

Tabla 20. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Determinación del nivel de servicio

-Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.0485(2 - 1) + 0.0042(2.2 - 1)}$$

$$Fvp(NS A) = 0.94$$

$$Fvp(NS B-C) = 0.9394$$

$$Fvp(NS D-E) = 0.9514$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.0485(2.2 - 1) + 0.0042(2.5 - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.0485(2 - 1) + 0.0042(1.6 - 1)}$$

- Los flujos de servicio se calculan con la fórmula: $SF_i = 1900 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fvp$

SFA=	259.70	veh/h
SFB=	462.64	veh/h
SFC=	736.80	veh/h
SFD=	1110.69	veh/h
SFE=	1807.77	veh/h

El flujo actual 813veh/h está en el nivel de servicio C

4.3 Intersección Calle Real y Av. Próceres

4.3.1 Acceso N°1 sentido S-N

4.3.1.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°22 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte en horas de máxima demanda.

Tabla 21. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de S-N

Aforo vehicular en acceso N° 1 (S-N)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	30	647	57	734
Martes	27	578	52	657
Miércoles	27	567	52	646
Jueves	27	571	52	650
Viernes	28	678	53	759
Sábado	29	583	52	664
Domingo	27	565	52	644
mayor	30	678	57	765

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Parámetros para la intersección

Tabla 22. Parámetros de entrada para el acceso 1 de S-N

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	f_a = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	Si
	E_t	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	8
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	PLT = Proporción de vueltas a la izquierda	3.68%
	PRT = Proporción de vueltas a la derecha	7%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	65s
	Tiempo en verde, G (s)	35s
	Todo rojo + amarillo	30s
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	1
	Proporción de vehículos en verde	0.54

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 0.93$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 5.006(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.95$$

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

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

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$f_p = \frac{2 - 0.1 - \frac{18 * 8}{3600}}{2}$$

$$f_p = 0.93$$

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

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * Plt}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.037}$$

$$f_{LT} = 1$$

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

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * PRT$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * 0.07$$

$$f_{RT} = 0.98$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada " S_i "

Reemplazando en la fórmula: $S_i = S_o * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT}$

Tenemos:

$$S_i = 1900 * 2 * 0.93 * 0.95 * 0.98 * 0.93 * 0.9 * 1 * 0.98$$

$$S_i = 2998$$

4.3.1.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = S_i * \frac{g1}{C}$$

$$CI = 2998 * \frac{35}{65}$$

$$CI = 1615$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{Vi}{Ci}$$

$$XI = \frac{759}{1615}$$

$$XI = 0.47$$

4.3.1.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.54) * 0.98}{1 - \frac{35}{65}}$$

$$PF = 0.97$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 * 65(1 - \frac{35}{65})^2}{1 - (0.94 * \frac{35}{65})}$$

$$d1 = 9.27$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 \times 0.25 * ((0.94 - 1) + \sqrt{(0.94 - 1)^2 + \frac{8 \times 0.5 \times 1 \times 0.94}{0.25 \times 807}})$$

$$d2 = 0.98$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 * 9(1 + 0)^{0.0022}}{807 * 0.25}$$

$$d3 = 80.3$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 9.26(0.97) + 0.98 + 40.12$$

$$d = 50.16s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°1 es D.

4.3.2 Acceso N°2 sentido N-S

4.3.2.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N° 24 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte en horas de máxima demanda.

Tabla 23. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de N-S

Aforo vehicular en acceso N° 2 (N-S)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	51	325	28	404
Martes	46	308	17	371
Miércoles	46	317	17	380
Jueves	46	298	17	361
Viernes	45	343	29	417
Sábado	44	308	20	372
Domingo	46	279	17	342
mayor	51	343	29	423

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2 Parámetros para la intersección

Tabla 24. Parámetros de entrada para el acceso 1 de N-S

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	fa = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Tipo de área	comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3
	Pendiente, G (%)	-2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	Si
	Et	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	12
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	PLT = Proporción de vueltas a la izquierda	10.8%
	PRT = Proporción de vueltas a la derecha	6.9%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	65s
	Tiempo en verde, G (s)	35s
	Todo rojo + amarillo	30s

Ciclos uniformes	Si
Número de fases	1
Proporción de vehículos en verde	0.54

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 0.93$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + (ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 7.4 * (2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.93$$

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

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

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$f_p = \frac{2 - 0.1 - \frac{18 * 12}{3600}}{2}$$

$$f_p = 0.92$$

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

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * P_{lt}}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.11}$$

$$f_{LT} = 1$$

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

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * P_{RT}$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * 0.0695$$

$$f_{RT} = 0.98$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada " S_i "

Reemplazando en la fórmula: $S_i = S_o * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_a * f_{lu} * f_{lt} * f_{rt}$

Tenemos:

$$S_i = 1900 * 2 * 0.93 * 0.93 * 0.98 * 0.92 * 0.9 * 1 * 0.98$$

$$S_i = 2904$$

4.3.2.4 Capacidad y Grado de Saturación

◆ Capacidad (CI)

$$CI = S_i * \frac{g1}{C}$$

$$CI = 2904 * \frac{35}{65}$$

$$CI = 1564$$

◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{V_i}{C_i}$$

$$XI = \frac{417}{1564}$$

$$XI = 0.27$$

4.3.2.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.54) * 1}{1 - \frac{35}{65}}$$

$$PF = 0.99$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 * 65(1 - \frac{35}{65})^2}{1 - (0.27 * \frac{35}{65})}$$

$$d1 = 8.1$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 * 0.25(-0.47 + \sqrt{(0.47)^2 + \frac{8 * 0.25 * 1 * 0.53}{781.8 * 0.25}})$$

$$d2 = 0.43$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 * 5(1 + 0)^{0.0011}}{781.8 * 0.25}$$

$$d3 = 23.01$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 8.1x(0.99) + 0.99 + 23$$

$$d = 31.52s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°2 es C.

4.3.3 Acceso N°3 sentido E-O

4.3.3.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°26 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 25. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de E-O

Aforo vehicular en acceso N° 3 (E-O)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	39	167	14	220
Martes	33	142	12	187
Miércoles	26	149	11	186
Jueves	33	142	12	187
Viernes	39	171	14	224
Sábado	35	143	13	191
Domingo	33	139	8	180
mayor	39	171	14	224

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.2 Parámetros para la intersección

Tabla 26. Parámetros de entrada para el acceso 1 de E-O

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	f_a = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Tipo de área	comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.6
	Pendiente, G (%)	-2.0%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	No
	E_t	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	PLT = Proporción de vueltas a la izquierda	17.4%
	PRT = Proporción de vueltas a la derecha	6.25%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	65s
	Tiempo en verde, G (s)	25s
	Todo rojo + amarillo	40s
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	1
	Proporción de vehículos en verde	0.38

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3.6 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 8(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.925$$

- ◆ Factor de ajuste por pendiente de acceso (***f_g***)

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (***f_{LT}***)

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * Plt}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.17}$$

$$f_{LT} = 1$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la derecha (***f_{RT}***)

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * PRT$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * 0.0625$$

$$f_{RT} = 0.99$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada “ S_i ”

Reemplazando en la fórmula: $S_i = S_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_a \cdot F_{lu} \cdot F_{lt} \cdot F_{rt}$

Tenemos:

$$S_i = 1900 \times 2 \times 1 \times 0.925 \times 0.98 \times 1 \times 1 \times 0.99$$

$$S_i = 3410$$

4.3.3.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = S_i \cdot \frac{g1}{C}$$

$$CI = 3410 \cdot \frac{25}{65}$$

$$CI = 1312$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{224}{1312}$$

$$XI = 0.2$$

4.3.3.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (PF)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.38)x1}{1 - \frac{25}{65}}$$

$$PF = 1.008$$

◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 * 65(1 - \frac{25}{65})^2}{1 - (0.32 * \frac{25}{65})}$$

$$d1 = 13.3s$$

◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900x0.25(-0.68 + \sqrt{(-0.68)^2 + \frac{8x1x0.25x0.32}{655.7x0.25}})$$

$$d2 = 0.34s$$

◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800x5(1 + 0)^{0.001111}}{655x0.25}$$

$$d3 = 27.44$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = 13.3x(1.007) + 0.34 + 27.44$$

$$d = 41.22s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°3 es D

4.3.4 Acceso N°4 sentido O-E

4.3.4.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°28 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 27. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 1 de O-E

Aforo vehicular en acceso N° 4 (O-E)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	56	262	124	442
Martes	52	250	120	422
Miércoles	53	252	118	423
Jueves	52	250	120	422
Viernes	56	264	130	450
Sábado	52	241	112	405
Domingo	51	235	103	389
mayor	56	264	130	450

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.2 Parámetros para la intersección

Tabla 28. Parámetros de entrada para el acceso 1 de O-E

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	f_a = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Tipo de área	comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.6
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	No
	E_t	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	PLT = Proporción de vueltas a la izquierda	12.4%
	PRT = Proporción de vueltas a la derecha	28.89%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	65s
	Tiempo en verde, G (s)	25s
	Todo rojo + amarillo	40s
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	1
	Proporción de vehículos en verde	0.38

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3.6 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 3.3(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.96$$

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

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

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * Plt}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.12}$$

$$f_{LT} = 1$$

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

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * PRT$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * 0.29$$

$$f_{RT} = 0.96$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada " S_i "

Reemplazando en la fórmula: $S_i = S_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_a \cdot F_{lu} \cdot F_{lt} \cdot F_{rt}$

Tenemos:

$$S_i = 1900 \times 2 \times 1 \times 0.96 \times 0.98 \times 0.9 \times 1 \times 0.96$$

$$S_i = 3432$$

4.3.4.4 Capacidad y Grado de Saturación

◆ Capacidad (CI)

$$CI = S_i \cdot \frac{g1}{C}$$

$$CI = 3432 \cdot \frac{25}{65}$$

$$CI = 1320$$

◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{V_i}{C_i}$$

$$XI = \frac{450}{1320}$$

$$XI = 0.34$$

4.3.4.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)f_{RT}}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.38) \times 1}{1 - \frac{25}{65}}$$

$$PF = 1.0075$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5x65x(1 - \frac{25}{65})^2}{1 - (0.68x\frac{25}{65})}$$

$$d1 = 14.16$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900x0.25x((-0.32) + \sqrt{(0.32)^2 + \frac{8x1x0.25x0.5}{660x0.25}})$$

$$d2 = 0.7$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800x6x(1 + 0)^{0.00138}}{660x0.25}$$

$$d3 = 32.7$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = 47.69s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°4 es D

4.4 Intersección Calle Real y Jr. Arterial

4.4.1 Aforo Vehicular

En la tabla 30 se presenta el aforo vehicular mixtos del 21 de febrero al 27 de febrero del 2023, para la primera intersección del sistema.

Tabla 29. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Arterial

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	717	377	47	21	1162
Martes	642	344	39	17	1042
Miércoles	631	352	43	18	1044
Jueves	635	334	39	17	1025
Viernes	748	392	47	21	1208
Sábado	635	346	38	17	1036
Domingo	624	321	39	18	1002

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 31 presento los volúmenes vehiculares mixtos en la intersección.

Tabla 30. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Arterial

JR. ARTERIAL TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Periodo Max. Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	178	90	12	5
8:45 - 9:00am	188	100	10	5
9:00 - 9:15am	188	97	12	6
9:15 - 9:30am	194	105	13	5

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 30 se obtiene el VHMD y FHMD

En la tabla 32 presento el volumen y factor horario en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Tabla 31. Volumen horario y factor horario en Jr. Arterial

	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	748	390	47	21	1123
qmax	194	100	13	6	315
FHMD	0.96	0.98	0.90	0.88	0.89
VHMD (veh/15min)	187	97.5	11.75	5.25	280.75
V/FHMD (flujo actual)	776	400	52	24	1260

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Velocidades en la Intersección

La tabla 33 expresa los tiempos de los vehículos mixtos para cien metros de distancia.

Tabla 32. Tiempo en segundos en Jr. Arterial

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. ARTERIAL, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	8.1	7.3	7.8	8.7	9.4	8.4	7.4	9.8	8.6	7.9	8.7	8.2	10.2	7.6
2	9.9	9.4	8.4	10.1	8.8	8.9	9.1	8.6	10.5	9.2	8.5	9.5	10.3	8.5
3	10.1	8.1	9.5	10.3	8.6	10.5	10.5	9.9	9.6	10.5	7.6	8.8	10.4	9.1
4	9.3	7.3	8.7	9.5	10.1	7.9	8.7	8.2	8.4	10.4	8.4	9.5	10.5	7.5
5	7.6	9.7	10.2	7.8	7.6	9.2	7.9	9.7	10.3	8.8	7.6	9.7	9.9	10.1
6	7.8	8.5	9.4	9.2	10.5	8.5	8.8	9.3	9.5	8.5	10.2	8.1	7.6	10.3
7	8.5	10.2	10.1	7.5	9.5	9.8	10.5	7.5	8.7	9.9	9.8	7.2	8.7	8.8
8	7.9	7.6	9.7	10.3	8.8	10.2	9.7	8.9	9.5	7.5	10.5	8.5	9.9	9.6
9	10.6	8.2	8.6	12.1	8.9	10.3	11.8	14.8	15.4	10.7	16.4	11.4	10.8	14.7

10	11.1	9.5	11.7	8.5	10.8	8.5	11.2	16.3	13.2	14.8	13.3	16.3	14.3	11.4
Media	9.09	8.58	9.41	9.4	9.3	9.22	9.56	10.3	10.37	9.82	10.1	9.72	10.26	9.76
Media Par.	8.84		9.41		9.26		9.93		10.10		9.91		10.01	
Media	9.64													

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34 se muestra el resultado de las velocidades en km/h, de los vehículos mixtos.

Tabla 33. Velocidad expresada en km/h en Jr. Arterial

VELOCIDAD EN KM/H, JR. ARTERIAL														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	44.44	49.32	46.15	41.38	38.30	42.86	48.65	36.73	41.86	45.57	41.38	43.90	35.29	47.37
2	36.36	38.30	42.86	35.64	40.91	40.45	39.56	41.86	34.29	39.13	42.35	37.89	34.95	42.35
3	35.64	44.44	37.89	34.95	41.86	34.29	34.29	36.36	37.50	34.29	47.37	40.91	34.62	39.56
4	38.71	49.32	41.38	37.89	35.64	45.57	41.38	43.90	42.86	34.62	42.86	37.89	34.29	48.00
5	47.37	37.11	35.29	46.15	47.37	39.13	45.57	37.11	34.95	40.91	47.37	37.11	36.36	35.64
6	46.15	42.35	38.30	39.13	34.29	42.35	40.91	38.71	37.89	42.35	35.29	44.44	47.37	34.95
7	42.35	35.29	35.64	48.00	37.89	36.73	34.29	48.00	41.38	36.36	36.73	50.00	41.38	40.91
8	45.57	47.37	37.11	34.95	40.91	35.29	37.11	40.45	37.89	48.00	34.29	42.35	36.36	37.50
9	33.96	43.90	41.86	29.75	40.45	34.95	30.51	24.32	23.38	33.64	21.95	31.58	33.33	24.49
10	32.43	37.89	30.77	42.35	33.33	42.35	32.14	22.09	27.27	24.32	27.07	22.09	25.17	31.58
Media	40.30	42.53	38.73	39.02	39.10	39.40	38.44	36.95	35.93	37.92	37.67	38.82	35.91	38.24
Media Par.	41.41		38.87		39.25		37.70		36.92		38.24		37.07	
Media	38.50													

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Características geométricas y composición del tráfico

Tabla 34. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Arterial

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 2 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera		2.45m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente		0.02
Ancho de carril		3.5m
Composición del trafico	Ligeros	94.44
	Camiones	5.06
	Buses	0.50

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 36 expresa la equivalencia de los vehículos para el terreno con 2% de pendiente.

Tabla 35. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6 Determinación del nivel de servicio

- Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.051(2 - 1) + 0.005(2.2 - 1)} \quad Fvp (NS A) = 0.946074$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.051(2.2 - 1) + 0.0053(2.5 - 1)} \quad Fvp (NS B-C) = 0.935716$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.051(2 - 1) + 0.005(1.6 - 1)} \quad Fvp (NS D-E) = 0.948767$$

- Los flujos de servicio se calculan con la fórmula: $SFi = 1900 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fvp$

SFA=	258.85	veh/h
SFB=	460.82	veh/h
SFC=	733.90	veh/h
SFD=	1107.55	veh/h
SFE=	1802.66	veh/h

El flujo actual 748veh/h está en el nivel de servicio C

4.5 Intersección Calle Real y Jr. Melgar

4.5.1 Aforo Vehicular

En la tabla 37 se presenta el aforo vehicular mixtos del 21 de febrero al 27 de febrero del 2023, para la primera intersección del sistema.

Tabla 36. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. Melgar

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	707	373	20	0	1100
Martes	638	337	20	0	995
Miércoles	627	347	22	0	996
Jueves	631	327	20	0	978
Viernes	741	389	20	0	1150
Sábado	631	341	20	0	992
Domingo	617	314	22	0	953

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 38 presento los volúmenes vehiculares mixtos en la intersección.

Tabla 37. Volumen de vehículos mixtos en Jr. Melgar

JR. MELGAR TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Periodo Max. Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	178	89	4	0
8:45 - 9:00am	185	99	6	0
9:00 - 9:15am	186	97	5	0
9:15 - 9:30am	192	104	5	0

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 37 se obtiene el VHMD y FHMD

En el cuadro 39 presento el volumen y factor horario de máxima demanda expresado en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Tabla 38. Volumen horario y factor horario en Jr. Melgar

	S-N	N-S	E-O	TOTAL
VHMD (veh/h)	741	389	20	1144
qmax	192	104	6	301
FHMD	0.96	0.94	0.83	0.95
VHMD (veh/15min)	185.25	97.25	5	286
V/FHMD (flujo actual)	768	416	24	1204

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Velocidades en la Intersección

La tabla 40 expresa los tiempos de los vehículos mixtos para cien metros de distancia.

Tabla 39. Tiempo en segundos en Jr. Melgar

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. MELGAR, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	7.9	9.1	7.2	8.8	8.7	9.9	8.1	7.7	10	8.3	7.2	9.8	9.5	9.8
2	10	8.6	7.1	9.9	9.4	8.4	8.4	9.6	9.2	9.6	7.6	8	8.6	10.1
3	9.3	7.4	9.8	10	7.5	9.9	10.1	7.2	8.2	7.7	9.7	9	7.9	8.7
4	8.2	10	7.9	9.6	8	7.2	7.1	8.7	9.9	9.8	7.5	10.1	8.2	9.3
5	9.8	8.4	9.4	8.8	7.4	9.9	10.1	9.4	7.8	8.9	9	7.7	10.1	8.2
6	7.8	9.9	9.7	8.8	7.1	7.3	8.7	9.3	10.2	7.5	9.5	8.5	9.1	8.1
7	7.7	9.6	8.8	9.2	7.5	8	9.5	9	9.9	9.4	8.4	7.5	7.5	8.5
8	9.6	7.9	9.1	7.2	8.8	8.7	9.9	8.1	7.7	10	8.3	7.2	9.8	9.5
9	10	8.6	7.1	9.9	9.4	8.4	8.4	9.6	9.2	9.6	7.6	8	8.6	10.1
10	9.3	7.4	9.8	10	7.5	9.9	10.1	7.2	8.2	7.7	9.7	9	7.9	8.7
Media	8.96	8.69	8.59	9.22	8.13	8.76	9.04	8.58	9.03	8.85	8.45	8.48	8.72	9.1
Media Par.	8.83		8.91		8.45		8.81		8.94		8.47		8.91	
Media	8.76													

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41 se muestra el resultado de las velocidades en km/h, de los vehículos mixtos.

Tabla 40. Velocidad expresada en km/h en Jr. Melgar

VELOCIDAD EN KM/H, JR. MELGAR														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	45.57	39.56	50.00	40.91	41.38	36.36	44.44	46.75	36.00	43.37	50.00	36.73	37.89	36.73
2	36.00	41.86	50.70	36.36	38.30	42.86	42.86	37.50	39.13	37.50	47.37	45.00	41.86	35.64
3	38.71	48.65	36.73	36.00	48.00	36.36	35.64	50.00	43.90	46.75	37.11	40.00	45.57	41.38
4	43.90	36.00	45.57	37.50	45.00	50.00	50.70	41.38	36.36	36.73	48.00	35.64	43.90	38.71
5	36.73	42.86	38.30	40.91	48.65	36.36	35.64	38.30	46.15	40.45	40.00	46.75	35.64	43.90
6	46.15	36.36	37.11	40.91	50.70	49.32	41.38	38.71	35.29	48.00	37.89	42.35	39.56	44.44
7	46.75	37.50	40.91	39.13	48.00	45.00	37.89	40.00	36.36	38.30	42.86	48.00	48.00	42.35
8	37.50	45.57	39.56	50.00	40.91	41.38	36.36	44.44	46.75	36.00	43.37	50.00	36.73	37.89
9	36.00	41.86	50.70	36.36	38.30	42.86	42.86	37.50	39.13	37.50	47.37	45.00	41.86	35.64
10	38.71	48.65	36.73	36.00	48.00	36.36	35.64	50.00	43.90	46.75	37.11	40.00	45.57	41.38
Media	40.60	41.89	42.63	39.41	44.72	41.69	40.34	42.46	40.30	41.14	43.11	42.95	41.66	39.81
Media Par.	41.25		41.02		43.21		41.40		40.72		43.03		40.73	
Media	41.62													

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4 Características geométricas y composición del tráfico

4.5.5

Tabla 41. Características geométricas y composición del tráfico en Jr. Melgar

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 2 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera		2.40m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.02
Ancho de carril		3.5m
Composición del tráfico	Ligeros	94.17%

Camiones	5.30%
Buses	0.52%

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 43 expresa la equivalencia de los vehículos para el terreno con 2% de pendiente.

Tabla 42. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia.

4.5.7 Determinación del nivel de servicio

- Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1) + 0.0043(2.2 - 1)} \quad Fvp(NS A) = 0.947724$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.05(2.2 - 1) + 0.0043(2.5 - 1)} \quad Fvp(NS B-C) = 0.93769$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.05(2 - 1) + 0.0043(1.6 - 1)} \quad Fvp(NS D-E) = 0.950047$$

- Los flujos de servicio se calculan con la fórmula: $SFi = 1900 * (v/c) * fd * fw * fvp$

SFA=	258.298	veh/h
SFB=	459.660	veh/h
SFC=	732.052	veh/h
SFD=	1105.329	veh/h
SFE=	1799.038	veh/h

El flujo actual 741veh/h está en el nivel de servicio C

4.6 Intersección Calle Real y Jr. José Santos Chocano

4.6.1 Aforo Vehicular

En la tabla 44 se presenta el aforo vehicular mixtos del 21 de febrero al 27 de febrero del 2023, para la primera intersección del sistema.

Tabla 43. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. José Santos Chocano

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	701	349	0	51	1101
Martes	638	317	0	43	998
Miércoles	609	328	0	41	978
Jueves	631	307	0	43	981
Viernes	740	365	0	51	1156
Sábado	627	319	0	42	988
Domingo	619	294	0	41	954

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 45 presento los volúmenes vehiculares mixtos en la intersección.

Tabla 44. Volumen de vehículos mixtos en Jr. José Santos Chocano

JR. CHOCANO PERALTA TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Periodo Max. Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	177	84	0	10
8:45 - 9:00am	185	93	0	13
9:00 - 9:15am	186	90	0	14
9:15 - 9:30am	192	98	0	14

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 44 se obtiene el VHMD y FHMD

En el cuadro 46 presento el volumen y factor horario de máxima demanda expresado en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots \dots (3)$$

Tabla 45. Volumen horario y factor horario en Jr. José Santos Chocano

	S-N	N-S	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	740	365	51	1150
qmax	192	98	14	304
FHMD	0.96	0.93	0.91	0.95
VHMD (veh/15min)	185	91.25	12.75	287.5
V/FHMD (flujo actual)	768	392	56	1216

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3 Velocidades en la Intersección

La tabla 47 expresa los tiempos de los vehículos mixtos.

Tabla 46. Tiempo en segundos en Jr. José Santos Chocano

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1	7.9	8.2	8.7	11.2	10.1	9.2	9.8	8.8	7.6	10.8	11.1	9.9	8.6	7.2
2	8.8	10.6	9.9	8.4	10.4	7.8	8.6	11.1	10.1	8.2	7.6	9.4	10.9	9.3
3	10.4	11.3	8.3	9.7	9.9	8.2	7.1	11.1	8.9	9.2	8.8	8.7	10.1	9.5
4	9.8	10.1	7.2	8.7	10.9	9.1	8.8	10.7	11.2	9.6	7.9	11.3	8.3	10.3
5	8.9	9.7	10.8	8.2	11.3	10.4	9.4	9.9	8.8	10.7	7.8	10.1	7.3	8.7
6	10.6	9.5	11.4	7.9	10.4	8.4	10.5	8.5	9.6	9.8	11.1	7.6	8.8	10.9
7	9.4	8.4	7.4	10.8	11.2	9.3	8.3	10.3	10.1	8.9	7.7	9.8	11.2	10.6
8	7.9	8.2	8.7	11.2	10.1	9.2	9.8	8.8	7.6	10.8	11.1	9.9	8.6	7.2
9	8.8	10.6	9.9	8.4	10.4	7.8	8.6	11.1	10.1	8.2	7.6	9.4	10.9	9.3
10	10.4	11.3	8.3	9.7	9.9	8.2	7.1	11.1	8.9	9.2	8.8	8.7	10.1	9.5
Media	9.29	9.79	9.06	9.42	10.46	8.76	8.8	10.14	9.29	9.54	8.95	9.48	9.48	9.25
Media Par.	9.54		9.24		9.61		9.47		9.42		9.22		9.37	
Media	9.41													

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 48 se observa el resultado de las velocidades en km/h.

Tabla 47. Velocidad expresada en km/h en Jr. José Santos Chocano

VELOCIDAD EN KM/H, JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	45.57	43.90	41.38	32.14	35.64	39.13	36.73	40.91	47.37	33.33	32.43	36.36	41.86	50.00
2	40.91	33.96	36.36	42.86	34.62	46.15	41.86	32.43	35.64	43.90	47.37	38.30	33.03	38.71
3	34.62	31.86	43.37	37.11	36.36	43.90	50.70	32.43	40.45	39.13	40.91	41.38	35.64	37.89
4	36.73	35.64	50.00	41.38	33.03	39.56	40.91	33.64	32.14	37.50	45.57	31.86	43.37	34.95
5	40.45	37.11	33.33	43.90	31.86	34.62	38.30	36.36	40.91	33.64	46.15	35.64	49.32	41.38
6	33.96	37.89	31.58	45.57	34.62	42.86	34.29	42.35	37.50	36.73	32.43	47.37	40.91	33.03
7	38.30	42.86	48.65	33.33	32.14	38.71	43.37	34.95	35.64	40.45	46.75	36.73	32.14	33.96

8	45.57	43.90	41.38	32.14	35.64	39.13	36.73	40.91	47.37	33.33	32.43	36.36	41.86	50.00
9	40.91	33.96	36.36	42.86	34.62	46.15	41.86	32.43	35.64	43.90	47.37	38.30	33.03	38.71
10	34.62	31.86	43.37	37.11	36.36	43.90	50.70	32.43	40.45	39.13	40.91	41.38	35.64	37.89
Media	39.16	37.30	40.58	38.84	34.49	41.41	41.55	35.89	39.31	38.11	41.23	38.37	38.68	39.65
Media Par.	38.23		39.71		37.95		38.72		38.71		39.80		39.17	
Media	38.90													

Fuente: Elaboración propia.

4.6.4 Características geométricas y composición del tráfico

Tabla 48. Características geométricas y composición del tráfico

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 2 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera	2.49 ft	0.76 m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.02
Ancho de carril		3.5m
Composición del tráfico	Ligeros	94.20%
	Camiones	5.28%
	Buses	0.52%

Fuente: Elaboración propia.

4.6.5 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 50 expresa la equivalencia de los vehículos para el terreno con 2% de pendiente

Tabla 49. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6

Buses (EB)	1.8	2	1.6
------------	-----	---	-----

Fuente: Elaboración propia.

4.6.6 Determinación del nivel de servicio

- Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.053(2 - 1) + 0.0052(2.2 - 1)}$$

$$Fvp(NS A) = 0.944$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.053(2.2 - 1) + 0.0052(2.5 - 1)}$$

$$Fvp(NS B-C) = 0.933$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.053(2 - 1) + 0.0052(1.6 - 1)}$$

$$Fvp(NS D-E) = 0.947$$

SFA=	258.298	veh/h
SFB=	459.660	veh/h
SFC=	732.052	veh/h
SFD=	1105.329	veh/h
SFE=	1799.038	veh/h

El flujo actual 740veh/h está en el nivel de servicio C.

4.7 Intersección Calle Real y Jr. 2 de Mayo

4.7.1 Aforo Vehicular

En la tabla 51 se presenta el aforo vehicular mixtos del 21 de febrero al 27 de febrero del 2023, para la primera intersección del sistema.

Tabla 50. Cantidad de vehículos mixtos en Jr. 2 de Mayo

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	677	379	75	0	1131
Martes	613	347	75	0	1035
Miércoles	584	360	69	0	1013
Jueves	606	337	75	0	1018
Viernes	715	397	75	0	1187
Sábado	602	347	80	0	1029
Domingo	598	324	75	0	997

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 52 presento los volúmenes vehiculares mixtos cada quince minutos en la intersección.

Tabla 51. Volumen de vehículos mixtos en Jr. 2 de Mayo

JR.2 DE MAYO TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Periodo Max. Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	171	92	18	0
8:45 - 9:00am	179	102	19	0
9:00 - 9:15am	178	98	19	0
9:15 - 9:30am	187	105	19	0

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 51 se obtiene el VHMD y FHMD

En la tabla 53 presento el volumen y factor horario de máxima demanda expresado en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Tabla 52. Volumen horario y factor horario en Jr. 2 de Mayo

	S-N	N-S	E-O	TOTAL
VHMD (veh/h)	715	397	75	1187
qmax	187	105	19	311
FHMD	0.96	0.95	0.99	0.95
VHMD (veh/15min)	178.75	99.25	18.75	296.75
V/FHMD (flujo actual)	748	420	76	1244

Fuente: Elaboración propia.

4.7.3 Velocidades en la Intersección

La tabla 54 expresa los tiempos de los vehículos mixtos.

Tabla 53. Tiempo en segundos en Jr. 2 de Mayo

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR.2 DE MAYO, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	9.4	8.8	8.5	10.4	9.9	9.1	7.9	10.4	10.6	11.2	12	11.1	8.3	8.7
2	8.4	10.9	11.2	11.3	8.3	11.7	9.9	9.1	7.9	8.7	10.6	7.8	10.4	12
3	11.4	11.1	9.1	11.7	11	8.7	8.7	10.6	7.8	9.4	11.2	8.8	7.8	9.9
4	8.3	8.8	10.4	9.9	9.1	7.9	8.7	10.6	11.2	12	11.1	8.3	7.8	7.6
5	11.2	11.3	9.2	11.7	9.9	7.6	10.9	11.2	10.6	8.9	8.7	7.8	10.4	10.8
6	8.6	8.7	10.6	12	11.1	8.3	7.9	8.5	11.4	11.1	9.1	11.7	11	11
7	8.3	11.7	11.1	8.3	7.6	11.2	8.8	9.4	8.2	10.4	9.9	9.1	7.9	10.9
8	11.1	10.6	8.6	9.9	11.2	8.7	8.2	8.3	11.7	9.1	7.6	10.4	11.4	9.1

9	10.9	8.7	11.4	11.1	8.3	11.7	11	7.9	7.8	9.1	10.4	9.9	7.6	11.2
10	12	8.3	7.8	9.9	10.6	11.1	11.2	11.3	9.1	8.7	7.9	11.7	11.1	9.8
Media	9.96	9.89	9.79	10.62	9.7	9.6	9.32	9.73	9.63	9.86	9.85	9.66	9.37	10.1
Media Par.	9.93		10.21		9.65		9.53		9.75		9.76		9.74	
Media							9.79							

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 55 se observa el resultado de las velocidades en km/h, de los vehículos mixtos.

Tabla 54. Velocidad expresada en km/h en Jr. 2 de Mayo

VELOCIDAD EN KM/H, JR.2 DE MAYO														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	38.30	40.91	42.35	34.62	36.36	39.56	45.57	34.62	33.96	32.14	30.00	32.43	43.37	41.38
2	42.86	33.03	32.14	31.86	43.37	30.77	36.36	39.56	45.57	41.38	33.96	46.15	34.62	30.00
3	31.58	32.43	39.56	30.77	32.73	41.38	41.38	33.96	46.15	38.30	32.14	40.91	46.15	36.36
4	43.37	40.91	34.62	36.36	39.56	45.57	41.38	33.96	32.14	30.00	32.43	43.37	46.15	47.37
5	32.14	31.86	39.13	30.77	36.36	47.37	33.03	32.14	33.96	40.45	41.38	46.15	34.62	33.33
6	41.86	41.38	33.96	30.00	32.43	43.37	45.57	42.35	31.58	32.43	39.56	30.77	32.73	32.73
7	43.37	30.77	32.43	43.37	47.37	32.14	40.91	38.30	43.90	34.62	36.36	39.56	45.57	33.03
8	32.43	33.96	41.86	36.36	32.14	41.38	43.90	43.37	30.77	39.56	47.37	34.62	31.58	39.56
9	33.03	41.38	31.58	32.43	43.37	30.77	32.73	45.57	46.15	39.56	34.62	36.36	47.37	32.14
10	30.00	43.37	46.15	36.36	33.96	32.43	32.14	31.86	39.56	41.38	45.57	30.77	32.43	36.73
Media	36.89	37.00	37.38	34.29	37.77	38.47	39.30	37.57	38.38	36.98	37.34	38.11	39.46	36.26
Media Par.	36.95		35.83		38.12		38.43		37.68		37.72		37.86	
Media							37.51							

Fuente: Elaboración propia.

4.7.4 Características geométricas y composición del tráfico

Tabla 55. Características geométricas y composición del tráfico

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 2 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera		2.50m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.02
Ancho de carril		3.5m
Composición del tráfico	Ligeros	94.36%
	Camiones	5.14%
	Buses	0.51%

Fuente: Elaboración propia.

4.7.5 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 57 expresa la equivalencia de los vehículos para el terreno con 2% de pendiente

Tabla 56. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia.

4.7.6 Determinación del nivel de servicio

- Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{117}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.0514(2 - 1) + 0.0051(2.2 - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.0514(2.2 - 1) + 0.0051(2.5 - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.0514(2 - 1) + 0.0051(1.6 - 1)}$$

- Los flujos de servicio se calculan con la fórmula: $SFi = 1900 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fvp$

SFA=	258.719	veh/h
SFB=	460.550	veh/h
SFC=	733.469	veh/h
SFD=	1107.069	veh/h
SFE=	1801.870	veh/h

El flujo actual 740veh/h está en el nivel de servicio C.

4.8 Intersección Calle Real y Av. 9 de diciembre

4.8.1 Acceso N°1 sentido S-N

4.8.1.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°58 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 57. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 2 de S-N

Aforo vehicular en acceso N° 1 (S-N)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	40	671	0	711
Martes	33	614	0	647
Miércoles	31	582	0	613
Jueves	33	607	0	640
Viernes	39	709	0	748
Sábado	35	596	0	631
Domingo	35	597	0	632
mayor	40	709	0	749

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1.2 Parámetros para la intersección

Tabla 58. Parámetros de entrada para el acceso 2 de S-N

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	NCBD
	fa = Factor de ajuste por tipo de área	1
	Tipo de área	No comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	2%

	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	No
	E_t	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	No
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	PLT = Proporción de vueltas a la izquierda	5.2%
	PRT = Proporción de vueltas a la derecha	0%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	126
	Proporción de vehículos en verde	0.43
	Todo rojo + amarillo	72
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	3
	Proporción de vehículos en verde	0.43

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3.5 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 4.8(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.95$$

- ◆ Factor de ajuste por pendiente de acceso (fg)

$$fg = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$fg = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$fg = 0.98$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (fLT)

$$fLT = \frac{1}{1 - 0.05 * Plt}$$

$$fLT = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.052}$$

$$fLT = 1$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada " Si "

Reemplazando en la fórmula: $Si = So * N * fw * fHV * fg * fp * fa * Flu * Flt * Frt$

Tenemos:

$$Si = 1900 * 2 * 1 * 0.95 * 0.98 * 1$$

$$Si = 3536$$

4.8.1.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = Si * \frac{g1}{C}$$

$$CI = 3536 * \frac{54}{126}$$

$$CI = 1515$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{Vi}{Ci}$$

$$XI = \frac{748}{1515}$$

$$XI = 0.49$$

4.8.1.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (PF)

$$PF = \frac{(1 - 0.43)x1}{1 - \frac{54}{126}}$$

$$PF = 0.997$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5x(1 - \frac{54}{126})^2}{1 - (0.98x \frac{54}{126})}$$

$$d1 = 38.04$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900x0.25((0.98 - 1) + \sqrt{(0.98 - 1)^2 + \frac{8x1x0.5x0.98}{758x0.25}})$$

$$d2 = 1.14$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800x7x(1 + 0)^{0.00138}}{758x0.25}$$

$$d3 = 33.27$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 38.04x(0.997) + 1.14 + 33.27$$

$$d = 72.35s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°1 es E

4.8.2 Acceso N°2 sentido N-S

4.8.2.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°60 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 59. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 2 de N-S

Aforo vehicular en acceso N° 2 (N-S)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	0	243	177	420
Martes	0	219	174	393
Miércoles	0	234	165	399
Jueves	0	207	174	381
Viernes	0	267	176	443
Sábado	0	221	167	388
Domingo	0	204	162	366

mayor	0	267	177	444
-------	---	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia.

4.8.2.2 Parámetros para la intersección

Tabla 60. Parámetros de entrada para el acceso 2 de N-S

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	NCBD
	fa = Factor de ajuste por tipo de área	1
	Tipo de área	No comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	No
	Et	2
	De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)
Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)		No
Velocidad de aproximación, (km/h)		45
PLT = Proporción de vueltas a la izquierda		0%
PRT = Proporción de vueltas a la derecha		39.6%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	126
	Tiempo en verde, G (s)	54
	Todo rojo + amarillo	72
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	3
	Proporción de vehículos en verde	0.43

Fuente: Elaboración propia.

4.8.2.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3.5 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 10(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.91$$

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

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

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * PRT$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * 0.396$$

$$f_{RT} = 0.94$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada " S_i "

Reemplazando en la fórmula: $S_i = S_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_a \cdot F_{lu} \cdot F_{lt} \cdot F_{rt}$

Tenemos:

$$S_i = 1900 \times 2 \times 1 \times 0.91 \times 1 \times 0.98 \times 0.94$$

$$S_i = 3186$$

4.8.2.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = S_i \cdot \frac{g1}{C}$$

$$CI = 3186 \cdot \frac{54}{126}$$

$$CI = 1365$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{V_i}{C_i}$$

$$XI = \frac{445}{1365}$$

$$XI = 0.33$$

4.8.2.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (PF)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.43)x0.94}{1 - \frac{54}{126}}$$

$$PF = 0.94$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5x126x(1 - \frac{54}{126})^2}{1 - (0.65x\frac{54}{126})}$$

$$d1 = 23.9$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900x0.25((0.65 - 1) + \sqrt{(0.65 - 1)^2 + \frac{8x1x0.5x0.65}{683x0.25}})$$

$$d2 = 0.65$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800x(1 + 0)^{0.00138}}{683x0.25}$$

$$d3 = 36.9$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 23.9x(0.93) + 0.65 + 36.92$$

$$d = 60s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°2 es E

4.8.3 Acceso N°3 sentido O-E

4.8.3.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°62 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 61. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 2 de O-E

Aforo vehicular en acceso N° 3 (O-E)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	422	0	136	558
Martes	411	0	130	541
Miércoles	393	0	126	519
Jueves	411	0	130	541
Viernes	422	0	136	558
Sábado	412	0	126	538
Domingo	400	0	121	521
mayor	422	0	136	558

Fuente: Elaboración propia.

4.8.3.2 Parámetros para la intersección

Tabla 62. Parámetros de entrada para el acceso 2 de O-E

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	NCBD
	fa = Factor de ajuste por tipo de área	1
	Tipo de área	No comercial
	Número de carriles, N	2

	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	No
	<i>Et</i>	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, <i>So</i> (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, <i>Nm</i> (maniobras/h)	8
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	<i>PLT</i> = Proporción de vueltas a la izquierda	75.6%
	<i>PRT</i> = Proporción de vueltas a la derecha	24.4%
Semaforica	Longitud del ciclo, <i>C</i> (s)	126
	Tiempo en verde, <i>G</i> (s)	67
	Todo rojo + amarillo	59
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	3
	Proporción de vehículos en verde	0.53

Fuente: Elaboración propia.

4.8.3.3 Flujo de Saturación

- ◆ Factor de ajuste por ancho de carriles (*fw*)

$$fw = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$fw = 1 + \frac{3.5 - 3.6}{9}$$

$$fw = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (*fHV*)

$$fHV = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$fHV = \frac{100}{100 + 5.4(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.948$$

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

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

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * Plt}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.756}$$

$$f_{LT} = 1$$

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

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * PRT$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 * 0.244$$

$$f_{RT} = 0.96$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada " S_i "

Reemplazando en la fórmula: $S_i = S_o * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_a * F_{lu} * F_{lt} * F_{rt}$

Tenemos:

$$S_i = 1900 * 2 * 1 * 0.948 * 0.98 * 1 * 0.96$$

$$S_i = 3389$$

4.8.3.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = Si * \frac{g1}{C}$$

$$CI = 3389 * \frac{67}{126}$$

$$CI = 1802$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{558}{1802}$$

$$XI = 0.31$$

4.8.3.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.53)x1}{1 - \frac{67}{126}}$$

$$PF = 1.004$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 \times 126 \left(1 - \frac{67}{126}\right)^2}{1 - \left(0.62 * \frac{67}{126}\right)}$$

$$d1 = 16.54$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 \times 0.25 \times ((0.62 - 1) + \sqrt{(0.62 - 1)^2 + \frac{8 \times 0.5 \times 1 \times 0.62}{901 \times 0.25}})$$

$$d2 = 0.45$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 7 \times (1 + 0)^{0.00167}}{901 \times 0.25}$$

$$d3 = 27.97$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 16.54 \times (1) + 0.45 + 27.97$$

$$d = 45s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°3 es D.

4.9 Intersección Calle Real y Av. Mariscal Castilla

4.9.1 Aforo Vehicular

En la tabla 64 se presenta el aforo vehicular mixtos del 21 de febrero al 27 de febrero del 2023, para la primera intersección del sistema.

Tabla 63. Cantidad de vehículos mixtos en Av. Mariscal Castilla

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
DIAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	1066	384	82	54	1586
Martes	1000	342	82	54	1478
Miércoles	951	345	78	55	1429
Jueves	993	332	82	50	1457
Viernes	1104	402	82	54	1642
Sábado	983	326	84	52	1445
Domingo	973	317	80	50	1420

Fuente: Elaboración propia.

4.9.2 Volumen, FHMD y VHMD

En la tabla 65 presento los volúmenes vehiculares mixtos.

Tabla 64. Volumen de vehículos mixtos en Av. Mariscal Castilla

Periodo Max. Demanda	AV. MARISCAL CASTILLA TOTAL VEHICULOS MIXTOS			
	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	271	92	21	12
8:45 - 9:00am	275	101	19	15
9:00 - 9:15am	275	102	21	13
9:15 - 9:30am	283	107	21	14

Fuente: Elaboración propia.

- De la tabla 64 se obtiene el VHMD y FHMD

En el cuadro 66 presento el volumen y factor horario de máxima demanda expresado en unidades de flujo.

De la fórmula, donde N es 4 (3):

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} \times N} \dots\dots (3)$$

Tabla 65. Volumen horario y factor horario en Av. Mariscal Castilla

	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	1104	402	82	54	1624
qmax	283	107	21	15	422
FHMD	0.98	0.94	0.98	0.90	0.96
VHMD (veh/15min)	276	100.5	20.5	13.5	406
V/FHMD (flujo actual)	1132	428	84	60	1688

Fuente: Elaboración propia.

4.9.3 Velocidades en la Intersección

La tabla 67 expresa los tiempos de los vehículos mixtos para cien metros de distancia.

Tabla 66. Tiempo en segundos en Av. Mariscal Castilla

TIEMPO EN SEGUNDOS, AV. MARISCAL CASTILLA, DISTANCIA = 100m														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	10.5	12.6	13.7	9.5	11.5	10.8	12.7	11.2	10.4	13.2	9.7	12.2	10.3	12.2
2	9.4	11.7	12.3	14	11.8	10.7	9.5	9.8	9.7	9.8	10.6	14.2	13.6	10.5
3	13.1	12.9	10.3	9.9	11.2	12.3	12.8	11.4	11.8	10.1	14	13.3	9.6	12
4	9.9	12.1	10.7	13.1	13.4	10.9	9.8	14.1	11.1	11.2	12.4	9.7	10.2	12.8
5	11.3	11.6	9.9	11.5	14.2	13.6	10.5	10.6	12.9	9.7	11.1	13.2	12.2	10.2
6	10.9	12.6	10.3	11.8	12.5	10.4	9.4	10.2	12.4	13.5	9.5	11.9	13.4	14.1
7	12.5	9.5	11.5	11.4	11.1	9.1	14	9.9	12.2	13	13.1	11.9	11.6	9.3
8	10.5	12.6	13.7	9.5	11.5	10.8	12.7	11.2	10.4	13.2	12	14.1	10.3	13.8
9	9.4	11.7	12.3	14	11.8	10.7	9.5	12.1	11.5	9.8	10.6	13.2	12.4	10.5

10	13.1	12.9	10.3	9.9	11.2	12.3	12.8	10	11.8	10.1	14	13.3	9.6	13
Media	11.06	12.02	11.5	11.46	12.02	11.16	11.37	11.05	11.42	11.36	11.7	12.7	11.32	11.84
Media Par.	11.54	11.48	11.59	11.21	11.39	12.20	11.58							
Media	11.57													

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 68 se muestra el resultado de las velocidades en km/h, de los vehículos mixtos.

Tabla 67. Velocidad expresada en km/h en Av. Mariscal Castilla

VELOCIDAD EN KM/H, AV. MARISCAL CASTILLA														
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	34.29	28.57	26.28	37.89	31.30	33.33	28.35	32.14	34.62	27.27	37.11	29.51	34.95	29.51
2	38.30	30.77	29.27	25.71	30.51	33.64	37.89	36.73	37.11	36.73	33.96	25.35	26.47	34.29
3	27.48	27.91	34.95	36.36	32.14	29.27	28.13	31.58	30.51	35.64	25.71	27.07	37.50	30.00
4	36.36	29.75	33.64	27.48	26.87	33.03	36.73	25.53	32.43	32.14	29.03	37.11	35.29	28.13
5	31.86	31.03	36.36	31.30	25.35	26.47	34.29	33.96	27.91	37.11	32.43	27.27	29.51	35.29
6	33.03	28.57	34.95	30.51	28.80	34.62	38.30	35.29	29.03	26.67	37.89	30.25	26.87	25.53
7	28.80	37.89	31.30	31.58	32.43	39.56	25.71	36.36	29.51	27.69	27.48	30.25	31.03	38.71
8	34.29	28.57	26.28	37.89	31.30	33.33	28.35	32.14	34.62	27.27	30.00	25.53	34.95	26.09
9	38.30	30.77	29.27	25.71	30.51	33.64	37.89	29.75	31.30	36.73	33.96	27.27	29.03	34.29
10	27.48	27.91	34.95	36.36	32.14	29.27	28.13	36.00	30.51	35.64	25.71	27.07	37.50	27.69
Media	33.02	30.17	31.73	32.08	30.14	32.62	32.38	32.95	31.75	32.29	31.33	28.67	32.31	30.95
Media Par.	31.60	31.90	31.38	32.66	32.02	30.00	31.63							
Media	31.60													

Fuente: Elaboración propia.

4.9.4 Características geométricas y composición del tráfico

Tabla 68. Características geométricas y composición del tráfico

Tipo de carretera	competencia	Carretera de 2 carriles
	tipo	Terreno llano
Ancho de acera	2.55m	

Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.02
Ancho de carril		3.5m
Composición del trafico	Ligeros	93.80
	Camiones	5.83
	Buses	0.37

Fuente: Elaboración propia.

4.9.5 Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 70 expresa la equivalencia de los vehículos para el terreno con 2% de pendiente

Tabla 69. Equivalencia de vehículos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia.

4.9.6 Determinación del nivel de servicio

- Flujo para cada nivel de servicio, según las siguientes fórmulas:

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$Fvp(NSA) = \frac{1}{1 + 0.0583(2 - 1) + 0.0037(2.2 - 1)}$$

$$Fvp(NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.0583(2.2 - 1) + 0.0037(2.5 - 1)}$$

$$Fvp(NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.0583(2 - 1) + 0.0037(1.6 - 1)}$$

$$Fvp (NS A) = 0.940$$

$$Fvp (NS B-C) = 0.929$$

$$Fvp (NS D-E) = 0.942$$

- Los flujos de servicio se calculan con la fórmula: $SFi = 1900 * (v/c) * fd * fw * fvp$

SFA=	257.448	veh/h
SFB=	457.904	veh/h
SFC=	729.254	veh/h
SFD=	1100.743	veh/h
SFE=	1791.574	veh/h

El flujo actual 1104veh/h está en el nivel de servicio D

4.10 Intersección Calle Real y Jr. Ricardo Palma

4.10.1 Acceso N°1 sentido S-N

4.10.1.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°71 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte en horas de máxima demanda.

Tabla 70. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 3 de S-N

Aforo vehicular en acceso N° 1 (S-N)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	0	952	18	970
Martes	0	896	15	911
Miércoles	0	845	16	861
Jueves	0	889	15	904
Viernes	0	995	16	1011
Sábado	4	868	22	894
Domingo	0	869	15	884
mayor	4	995	22	1021

Fuente: Elaboración propia.

4.10.1.2 Parámetros para la intersección

Tabla 71. Parámetros de entrada para el acceso 3 de S-N

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	fa = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Tipo de área	comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	Si
	Et	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	11
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	PLT = Proporción de vueltas a la izquierda	0%
	PRT = Proporción de vueltas a la derecha	2%
Semafórica	Longitud del ciclo, C (s)	62
	Tiempo en verde, G (s)	24
	Todo rojo + amarillo	38
	Ciclos uniformes	Si

Número de fases	3
Proporción de vehículos en verde	0.39

Fuente: Elaboración propia.

4.10.1.3 Flujo de Saturación

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

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3.5 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 6.13(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.94$$

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

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$f_g = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$f_g = 0.98$$

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

$$fp = \frac{N - 0.1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$fp = \frac{2 - 0.1 - \frac{18 * 11}{3600}}{2}$$

$$fp = 0.92$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la derecha (**fRT**)

$$fRT = 1 - 0.15 * PRT$$

$$fRT = 1 - 0.15 * 0.02$$

$$fRT = 1$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada "**Si**"

Reemplazando en la fórmula: $Si = So * N * fw * fHV * fg * fp * fa * Flu * Flt * Frt$

Tenemos:

$$Si = 1900 * 2 * 1 * 0.94 * 0.98 * 0.92 * 1 * 0.9$$

$$Si = 2898$$

4.10.1.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = 2898 * \frac{24}{62}$$

$$CI = 1122$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{Vi}{Ci}$$

$$XI = \frac{900}{1124}$$

$$XI = 0.8$$

4.10.1.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.39)x1}{1 - \frac{24}{62}}$$

$$PF = 0.995$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5x62x(1 - \frac{24}{62})^2}{1 - (0.89 * \frac{24}{62})}$$

$$d1 = 17.7$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900x0.25((0.89 - 1) + \sqrt{(0.89 - 1)^2 + \frac{8x1x0.5x0.89}{1124x0.25}})$$

$$d2 = 10.66$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800x7x(1 + 5)^{0.001388}}{1124x0.25}$$

$$d3 = 44.89$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 17.76x(0.995) + 10.66 + 44.83$$

$$d = 73.18s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°1 es E

4.10.2 Acceso N°2 sentido N-S

4.10.2.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla 73 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 72. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 3 de N-S

Aforo vehicular en acceso N° 2 (N-S)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	7	329	32	368
Martes	6	291	32	329
Miércoles	8	294	33	335
Jueves	6	279	32	317
Viernes	6	351	32	389
Sábado	6	279	32	317
Domingo	6	269	32	307
mayor	8	351	33	392

Fuente: Elaboración propia.

4.10.2.2 Parámetros para la intersección

Tabla 73. Parámetros de entrada para el acceso 3 de N-S

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	f_a = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Tipo de área	comercial
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	Si
	E_t	2
	De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)
Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)		9
Velocidad de aproximación, (km/h)		45

	<i>PLT</i> = Proporción de vueltas a la izquierda	2%
	<i>PRT</i> = Proporción de vueltas a la derecha	8.23%
Semafórica	Longitud del ciclo, <i>C</i> (s)	62
	Tiempo en verde, <i>G</i> (s)	24
	Todo rojo + amarillo	38
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	3
	Proporción de vehículos en verde	0.39

Fuente: Elaboración propia.

4.10.2.3 Flujo de Saturación

- ◆ Factor de ajuste por ancho de carriles (*f_w*)

$$f_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1 + \frac{3.5 - 3.6}{9}$$

$$f_w = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (*f_{HV}*)

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 16.2(2 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0.86$$

- ◆ Factor de ajuste por pendiente de acceso (*f_g*)

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$fg = 1 - \frac{0.02}{200}$$

$$fg = 0.98$$

- ◆ Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles (**fp**)

$$fp = \frac{N - 0.1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$fp = \frac{2 - 0.1 - \frac{18 * 9}{3600}}{2}$$

$$fp = 0.93$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la derecha (**fRT**)

$$fRT = 1 - 0.15 * PRT$$

$$fRT = 1 - 0.15 * 0.083$$

$$fRT = 0.98$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada "**Si**"

Reemplazando en la fórmula: $Si = So * N * fw * fHV * fg * fp * fa * Flu * Flt * Frt$

Tenemos:

$$Si = 1900 * 2 * 1 * 0.98 * 0.93 * 0.98 * 0.9$$

$$Si = 3054$$

4.10.2.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = Si * \frac{g1}{C}$$

$$CI = 3054 * \frac{24}{62}$$

$$CI = 1182$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{Vi}{Ci}$$

$$XI = \frac{389}{1182}$$

$$XI = 0.33$$

4.10.2.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.39)x0.98}{1 - \frac{24}{62}}$$

$$PF = 0.97$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5x62x(1 - \frac{24}{62})^2}{1 - (0.89 * \frac{24}{62})}$$

$$d1 = 13.35$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 \times 0.25 \times ((0.89 - 1) + \sqrt{(0.89 - 1)^2 + \frac{8 \times 0.5 \times 1 \times 0.89}{591 \times 0.25}})$$

$$d2 = 0.75$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 6 \times (1 + 0)^{0.00139}}{591 \times 0.25}$$

$$d3 = 36.55$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 1.35 \times (0.97) + 0.75 + 36.54$$

$$d = 50.32s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°2 es D

4.10.3 Acceso N°3 sentido E-O

4.10.3.1 Aforo vehicular en el acceso

En la tabla N°75 muestro el aforo vehicular para la intersección con el sentido de Sur a Norte.

Tabla 74. Cantidad de vehículos mixtos para el acceso 3 de E-O

Aforo vehicular en acceso N° 3 (E-O)				
Día	Izquierda	Directo	Derecha	TOTAL
Lunes	49	45	32	126
Martes	51	43	32	126
Miércoles	50	41	30	121
Jueves	47	44	32	123
Viernes	51	51	29	131
Sábado	47	50	32	129
Domingo	48	44	32	124
mayor	51	51	32	134

Fuente: Elaboración propia.

4.10.3.2 Parámetros para la intersección

Tabla 75. Parámetros de entrada para el acceso 3 de E-O

Tipo de condición	Parámetros	Datos
Geométrica	Tipo de área	CBD
	f_a = Factor de ajuste por tipo de área	0.9
	Tipo de área	comercial
	Número de carriles, N	1
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	2%
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Estacionamiento	No

	<i>Et</i>	2
De Tránsito	Flujo de saturación base, <i>So</i> (veh/h)	1900
	Actividad de estacionamiento, <i>Nm</i> (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	45
	<i>PLT</i> = Proporción de vueltas a la izquierda	40.2%
	<i>PRT</i> = Proporción de vueltas a la derecha	25%
Semaforica	Longitud del ciclo, <i>C</i> (s)	62
	Tiempo en verde, <i>G</i> (s)	35
	Todo rojo + amarillo	27
	Ciclos uniformes	Si
	Número de fases	3
	Proporción de vehículos en verde	0.56

Fuente: Elaboración propia.

4.10.3.3 Flujo de Saturación

- ◆ Factor de ajuste por ancho de carriles (*fw*)

$$fw = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

$$fw = 1 + \frac{3.5 - 3.6}{9}$$

$$fw = 1,00$$

- ◆ Factor de ajuste por vehículos pesados (*fHV*)

$$fHV = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$$

$$fHV = \frac{100}{100 + 0(2 - 1)}$$

$$fHV = 1$$

- ◆ Factor de ajuste por pendiente de acceso (*fg*)

$$fg = 1 - \frac{\%G}{200}$$

$$fg = 1 - \frac{\%2}{200}$$

$$fg = 0.98$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (***fLT***)

$$fLT = \frac{1}{1 - 0.05 * Plt}$$

$$fLT = \frac{1}{1 - 0.05 * 0.4}$$

$$fLT = 1$$

- ◆ Factor de ajuste por vueltas a la derecha (***fRT***)

$$fRT = 1 - 0.15 * PRT$$

$$fRT = 1 - 0.15 * 0.25$$

$$fRT = 0.96$$

- ◆ Tasa de flujo de saturación ajustada "***Si***"

Reemplazando en la fórmula: $Si = So * N * fw * fHV * fg * fp * fa * Flu * Flt * Frt$

Tenemos:

$$Si = 1900x1x1x1x0.98x0.9x1x0.96$$

$$Si = 1608$$

4.10.3.4 Capacidad y Grado de Saturación

- ◆ Capacidad (CI)

$$CI = Si * \frac{g1}{C}$$

$$CI = 1608 * \frac{35}{62}$$

$$CI = 908$$

- ◆ Grado de saturación (XI)

$$XI = \frac{Vi}{Ci}$$

$$XI = \frac{127}{908}$$

$$XI = 0.14$$

4.10.3.5 Cálculo de demoras y Nivel de servicio

- ◆ Factor de ajuste por coordinación (**PF**)

$$PF = \frac{(1 - P)fRT}{1 - \frac{g}{C}}$$

$$PF = \frac{(1 - 0.56)x0.96}{1 - \frac{35}{62}}$$

$$PF = 0.96$$

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 * 62(1 - \frac{35}{62})^2}{1 - (0.14 * \frac{35}{62})}$$

$$d1 = 6.38$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900x0.25((0.14 - 1) + \sqrt{(0.14 - 1)^2 + \frac{8x1x0.5x0.14}{908x0.25}})$$

$$d2 = 0.32$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 * 4x(1 + 0)^{0.00083}}{908x0.25}$$

$$d3 = 331.7$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 6.38x(0.96) + 0.32 + 31.7$$

$$d = 38.23s$$

Con esto podemos concluir que el nivel de servicio del acceso N°3 es D

4.11 Resumen para las intersecciones

Tabla 76. Resumen en intersecciones no semaforizadas

RESUMEN EN LAS INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS			
CALLE	V/FHMD	VEL.PROM(km/h)	NIVEL DE SERVICIO
Jr. Pedro Peralta	1448	30.87	C
Jr. Antonio de Zela	1468	27.17	C
Jr. Arterial	1260	38.5	C
Jr. Melgar	1204	41.62	D
Jr. José Santos Chocano	1216	38.9	C
Jr. 2 de Mayo	1244	37.51	C
Av. Mariscal Castilla	1688	11.57	D

Tabla 77. Resumen en intersecciones semaforizadas

RESUMEN EN LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS			
CALLE	Si(saturación)	demoras	NIVEL DE SERVICIO
Av. Próceres	2998	50.16	D
Av. 9 de diciembre	3536	72.35	E
Jr. Ricardo Palma	2898	73.18	E

4.12 Diseño de los parámetros semafóricos y optimización con el uso del software Synchro 10.0.

Como vimos en el sistema de intersecciones del total de las 10 intersecciones, los que crean considerables demoras son las intersecciones semaforizadas, además estas son las únicas que pueden mejorarse, por ende, muestro para cada intersección semafórica sus valores óptimos.

4.12.1 Mejoras para la intersección calle Real y Av. Próceres

-Determinación del grado de saturación crítica por ciclo.

El grado de saturación crítica por ciclo, se puede tomando el valor de saturación más elevado para el grupo de carriles de cada fase. Para la primera intersección sería:

$$\sum Y_c = 0.47 + 0.2 = 0.7$$

-Cálculo para el intervalo de cambio de fase

Para un análisis tomaremos la fase I como principal ya que en esta se desarrolla mayor circulación, los valores para el cálculo serán tomados a partir de ecuación N°10.

$$y = \left(1 + \frac{31.5 \times 1000}{3600 \times 2 \times 3.05} \right) + \left(\frac{12 + 5}{\frac{31.5 \times 1000}{3600}} \right) = 4.38 = 5 \text{ segundos}$$

Tabla 78. Resumen e intervalos de cambio de fase en Av. Próceres

FASES	FASE I		FASEII	
	S-N	N-S	E-O	O-E
ACCESOS				
Velocidad de aproximación (km)	31.5			
Ámbar A (seg)	2		2	
Todo Rojo TR (seg)	2		2	
Intercambio de fase Y (seg)	5		4	
Tiempo total perdido por ciclo L=A+TR (seg)	9			

Fuente: elaboración propia

-Cálculo de longitud de ciclo óptimo

Reemplazando a partir de la ecuación N°9.

$$C_o = \frac{1.5 \times 9 + 5}{1 - 0.7} = 62$$

Cálculo y asignación de tiempo de luz verde y rojo por fase

Reemplazamos los valores en la ecuación N°11

$$gr = 62 - 9 = 53$$

Para asignar tiempo para la luz verde rojo óptimo para la fase I y II usamos la ecuación N°13 y 14.

$$V1 = \frac{\text{Max}(0.47; 0.27)}{0.7} \times 53 = 36$$

$$R1 = 62 - 2 - 2 - 36 = 22$$

$$V2 = \frac{\text{Max}(0.34; 0.201)}{0.7} \times 53 = 26$$

$$R2 = 62 - 2 - 2 - 26 = 32$$

Resumen de los parámetros óptimos de diseño semafórico en las intersecciones.

Tabla 79. Parámetros de diseño para la intersección semaforizada 1

FASES	FASE I	FASEII
Velocidad de aproximación V (km/h)	31.5	
Tiempo de luz verde V (seg)	36	26
Tiempo de luz ámbar A (seg)	2	2
Tiempo de luz roja R (seg)	22	32
Tiempo de todo rojo TR (seg)	2	2
Longitud de ciclo óptimo C (seg)	62	

Fuente: elaboración propia

-Demoras para el nuevo ciclo diseñado:

Aplicando las ecuaciones N°15, 16 y 18, tenemos las nuevas demoras

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 \times 62(1 - \frac{36}{62})^2}{1 - (0.47 * \frac{36}{62})} = 7.5$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 \times 0.25 \times \left((0.47 - 1) + \sqrt{(0.47 - 1)^2 + \frac{8 \times 0.5 \times 1 \times 0.47}{1615 \times 0.25}} \right) = 0.98$$

◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 8 \times (1 + 0)^{0.001944}}{1615 \times 0.25}$$

$$d3 = 35.65$$

◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 7.49 \times (1.07) + 0.98 + 35.65 = 44s$$

4.12.2 Mejoras para la intersección calle Real y Av. 9 de Diciembre

-Determinación del grado de saturación crítica por ciclo.

$$\sum Yc = 0.49 + 0.31 = 0.8$$

-Cálculo para el intervalo de cambio de fase o tiempo entre verde

Los valores para el cálculo serán tomados a partir de la fórmula N°10.

$$y = \left(1 + \frac{34 \times 1000}{3600 \times 2 \times 3.05} \right) + \left(\frac{12 + 5}{\frac{34 \times 1000}{3600}} \right) = 4.348 = 5 \text{ segundos}$$

Tabla 80. Resumen e intervalos de cambio de fase en Av. 9 de Diciembre

FASES	FASE I		FASE II	
	S-N	N-S	E-O	O-E
ACCESOS				
Velocidad de aproximación (km)	34			
Ámbar A (seg)	2		2	
Todo Rojo TR (seg)	2		2	
Intercambio de fase Y (seg)	4		4	
Tiempo total perdido por ciclo L=A+TR (seg)	8			

Fuente: elaboración propia

Cálculo de longitud de ciclo óptimo

Reemplazando a partir de la ecuación N°9.

$$Co = \frac{1.5 \times 8 + 5}{1 - 0.8} = 85$$

Cálculo y asignación de tiempo de luz verde y rojo por fase

Reemplazamos los valores en la ecuación N°11

$$gr = 85 - 8 = 77$$

Para asignar tiempo para la luz verde rojo óptimo para la fase I y II usamos la ecuación N°13 y 14.

$$V1 = \frac{\text{Max}(0.49; 0.33)}{0.8} \times 77 = 47$$

$$R1 = 85 - 2 - 2 - 47 = 34$$

$$V2 = \frac{\text{Max}(0.31; 0.101)}{0.8} \times 77 = 30$$

$$R2 = 85 - 2 - 2 - 30 = 51$$

Resumen de los parámetros óptimos de diseño semafórico en las intersecciones.

Tabla 81. Parámetros de diseño para la intersección semaforizada 2

FASES	FASE I	FASEII
Velocidad de aproximación V (km/h)	34	
Tiempo de luz verde V (seg)	47	30
Tiempo de luz ámbar A (seg)	2	2
Tiempo de luz roja R (seg)	34	51
Tiempo de todo rojo TR (seg)	2	2
Longitud de ciclo óptimo C (seg)	85	

Fuente: elaboración propia

Demoras para el nuevo ciclo diseñado:

Aplicando las ecuaciones N°15, 16 y 18, tenemos las nuevas demoras

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 \times 85(1 - \frac{47}{85})^2}{1 - (0.49 * \frac{47}{85})} = 11.6$$

- ◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 \times 0.25 \times \left((0.49 - 1) + \sqrt{(0.49 - 1)^2 + \frac{8 \times 0.5 \times 1 \times 0.49}{1515 \times 0.25}} \right) = 1.14$$

- ◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 \times 6 \times (1 + 0)^{0.001111}}{1515 \times 0.25}$$

$$d3 = 28.5$$

- ◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 11.65 \times (1.27) + 1.13 + 28.5 = 45$$

4.12.3 Mejoras para la intersección calle Real y Jr. Ricardo Palma

Determinación del grado de saturación crítica por ciclo.

$$\sum Yc = 0.58 + 0.14 = 0.72$$

Cálculo para el intervalo de cambio de fase o tiempo entre verde

Los valores para el cálculo serán tomados a partir de la fórmula N°10.

$$y = \left(1 + \frac{32.4 \times 1000}{2 \times 3600} \right) + \left(\frac{12 + 5}{\frac{32.4 \times 1000}{3600}} \right) = 4.36 = 4 \text{ segundos}$$

Tabla 82. Resumen e intervalos de cambio de fase en Jr. Ricardo Palma

FASES	FASE I		FASEII	
	S-N	N-S	E-O	O-E
ACCESOS				
Velocidad de aproximación (km)	32.4			
Ámbar A (seg)	2		2	
Todo Rojo TR (seg)	2		2	
Intercambio de fase Y (seg)	4		4	
Tiempo total perdido por ciclo L=A+TR (seg)	8			

Fuente: elaboración propia

Cálculo de longitud de ciclo óptimo

Reemplazando a partir de la ecuación N°9.

$$Co = \frac{1.5 \times 8 + 5}{1 - 0.72} = 66$$

Cálculo y asignación de tiempo de luz verde y rojo por fase

Reemplazamos los valores en la ecuación N°11

$$gr = 66 - 8 = 58$$

Para asignar tiempo para la luz verde rojo óptimo para la fase I y II usamos la ecuación N°13 y 14.

$$V1 = \frac{\text{Max}(0.45; 0.33)}{0.72} \times 58 = 36$$

$$R1 = 66 - 2 - 2 - 36 = 26$$

$$V2 = \frac{\text{Max}(0.14; 0.27)}{0.72} \times 58 = 22$$

$$R2 = 66 - 2 - 2 - 22 = 40$$

Resumen de los parámetros óptimos de diseño semafórico en las intersecciones.

Tabla 83. Parámetros de diseño para la intersección semaforizada 3

FASES	FASE I	FASEII
Velocidad de aproximación V (km/h)	32.4	
Tiempo de luz verde V (seg)	36	22
Tiempo de luz ámbar A (seg)	2	2
Tiempo de luz roja R (seg)	26	40
Tiempo de todo rojo TR (seg)	2	2
Longitud de ciclo óptimo C (seg)	66	

Fuente: elaboración propia

-Demoras para el nuevo ciclo diseñado:

Aplicando las fórmulas N°15, 16 y 18, tenemos las nuevas demoras

- ◆ Demora uniforme d1

$$d1 = \frac{0.5 * C(1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) * \frac{g}{C})}$$

$$d1 = \frac{0.5 * 66(1 - \frac{36}{66})^2}{1 - (0.49 * \frac{36}{66})} = 12.8$$

◆ Demora uniforme d2

$$d2 = 900T \left((x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klx}{cT}} \right)$$

$$d2 = 900 * 0.25 * \left((0.72 - 1) + \sqrt{(0.72 - 1)^2 + \frac{8 * 0.5 * 1 * 0.72}{1124 * 0.25}} \right) = 3.99$$

◆ Demora uniforme d3

$$d3 = \frac{1800 * Qb(1 + u)^t}{cT}$$

$$d3 = \frac{1800 * 6 * (1 + 0)^{0.001111}}{1124 * 0.25}$$

$$d3 = 38.4$$

◆ Cálculo de la demora total en la intersección:

$$d = d1(PF) + d2 + d3$$

$$d = 12.89 * (1.34) + 3.99 + 38.43 = 59.7 = 60s$$

4.13 Optimización semafórica aplicando el software Synchro 10.0

Con los valores óptimos para los tiempos semafóricos de las tres anteriores intersecciones y considerando sus velocidades promedio y parámetros descritos anteriormente se procedió a realizar el cálculo de las demoras y Nivel de Servicio.

En la figura N°7 se muestra el desarrollo de las intersecciones en el programa Synchro 10.0 lo cual nos ayudará en la optimización de los resultados posteriores.

Figura 7. simulación, y optimización para las calles en estudio



Fuente: elaboración propia

Tabla 84. Resumen de parámetros diseñados y optimizados

PARAMETROS ANÁLIZADOS	Diseñado	Optimizado
Intersección N°1 Calle Real y Av. Próceres		
Velocidad de aproximación V(km/h)	31.5	
Longitud de ciclo C (seg)	62	60
Verde efectivo	36	35
Demora de intersección (seg)	50.16	46.2
Nivel de servicio	D	D
Intersección N°2 Calle Real y Av. 9 de diciembre		
Velocidad de aproximación V(km/h)	35.65	
Longitud de ciclo C (seg)	85	87

Verde efectivo	47	52
Demora de intersección (seg)	72.35	61.33
Nivel de servicio	E	E
Intersección N°3 Calle Real y Jr. Ricardo Palma		
Velocidad de aproximación V(km/h)	39.6	
Longitud de ciclo C (seg)	66	55
Verde efectivo	36	24
Demora de intersección (seg)	73.18	54.52
Nivel de servicio	E	D

4.14 Medición de las variables

4.14.1 Medición de las variables tiempo de demora

La variable tiempos de retraso está clasificado según el tiempo de demoras totales que son causadas por sus particularidades en cada intersección, a lo largo del tramo de estudio se hizo el cálculo de los puntos, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 85. Tiempos de retraso para las intersecciones semaforizadas

INTERSECCIONES	DEMORAS MAXIMAS(S)	DEMORA TOTAL
Calle Real - Av. Próceres	50.16	200.64
Calle Real - Av. 9 de diciembre	72.35	289.4
Calle Real - Jr. Ricardo Palma	73.18	292.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86. Medidas estadísticas de la variable tiempos de retraso

Medidas de Tendencia Central	
Media	260.25
Mediana	289.4
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	37.65
Varianza	1416.65
Error Típico	21.77

Fuente: Elaboración propia

4.14.2 Medición de la variable congestión vehicular.

Para medir la variable congestión vehicular se hará la medición de sus subvariables o dimensiones capacidad y grado de saturación, y volumen vehicular para cada acceso crítico se tomó los valores más representativos, en la tabla se muestra el resumen.

Tabla 87. Valores para las dimensiones de la congestión vehicular en las intersecciones semaforizadas

INTERSECCIONES	capacidad(ci)	Grado de Saturación	Volumen Vehicular(veh/h)
Calle Real - Av. Próceres	1615	0.47	721.05
Calle Real - Av. 9 de diciembre	1515	0.49	710.6
Calle Real - Jr. Ricardo Palma	1122	0.7	960.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Medidas estadísticas variable congestión vehicular (dimensiones)

Medidas de Tendencia Central			
	capacidad(ci)	Grado de Saturación	Volumen Vehicular(veh/h)
Media	1417.33	0.5333	797.366
Mediana	1515	0.49	721.05
Medidas de Dispersión			
Desviación Estándar	260.3246	0.107	304.2949
Varianza	67716.166	0.01147	92600.26
Error Típico	150.32	0.06183	175.623

Fuente: Elaboración propia

ALIE TORIEDAD DE LAS VARIABLES

las variables congestión y tiempos de retraso son variable aleatoria discreta, porque sólo puede tomar unos ciertos valores enteros en un número finito de valores o infinito numerable, en este caso sucede además que, las muestras para la tesis son no probabilístico intencional. Según Zevallos (2008) Considera que el muestreo no probabilístico intencional consiste en elegir elementos que a su entendimiento son representativos.

4.15 . Contratación de hipótesis

Dado que las variables son de tipo aleatorio cuantitativo y numéricas según Hernández (2014), el coeficiente de correlación de Pearson se utiliza como una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables. Este coeficiente cuantifica la relación existente entre las dos variables:

Tabla 89. Valores de Coeficiente de Pearson

Rango	Interpretación
-1	Correlación inversa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación inversa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación inversa alta
-0.4 a -0.69	Correlación inversa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación inversa baja
-0.01 a -0.19	Correlación inversa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Tamayo, 1998

Según Chenet y Oseda (2011) se debe considerar los pasos siguientes:

1. Formulación de Hipótesis

H₀: Hipótesis Nula

H_a: Hipótesis Alternativa

2. Nivel de Significancia = 5%

3. Elección de la Prueba de Hipótesis

4. Estimación del p-valor

5. Toma de decisión: $p < 0,05$ se acepta H_0

4.15.1 Contrastación de la Hipótesis general

a) Prueba de Normalidad

➤ Nivel de significancia

La prueba de normalidad presenta un nivel de confianza del 95% y significancia (alfa) de un 5%.

Prueba estadística Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Congestion Vehicular	.216	15	.059	.923	15	.214
Demora Total	.183	15	.191	.920	15	.191

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

➤ Decisión y conclusión

Como el grado de significancia es mayor a 0,05 entonces los datos representan una distribución normal, para un mejor contraste en los resultados se usará el coeficiente de Pearson y se contrastará con otro método estadístico (Spearman).

b) Formulación de Hipótesis:

- H_0 : El congestionamiento vehicular produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

- H_a : El congestionamiento vehicular no produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

c) Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

d) Elección de la Prueba de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

e) Estimación del coeficiente de Pearson:

Para la estimación del coeficiente necesitamos los valores x e y, se hace la aplicación de la siguiente fórmula.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)} \times \sqrt{(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Accesos en Intersecciones Semaforizadas	Congestionamiento Vehicular(x)	Demora total(y)	Coef. de Pearson
Av. 9 de diciembre	1841	200.64	0.795
S-N	736.4	80.25	
N-S	460.25	50.16	
S-O	405.02	44.12	
N-E	239.33	26.1	
Av. Mariscal Castilla	1751	289.4	
S-N	700.4	115.76	
N-S	437.75	72.35	
E-O	385.22	65.67	
O-E	227.63	37.62	
Jr. Ricardo Palma	1527	292.72	
S-N	610.8	117.088	
N-S	381.75	73.18	
E-O	335.94	64.1984	
O-E	198.51	38.0516	

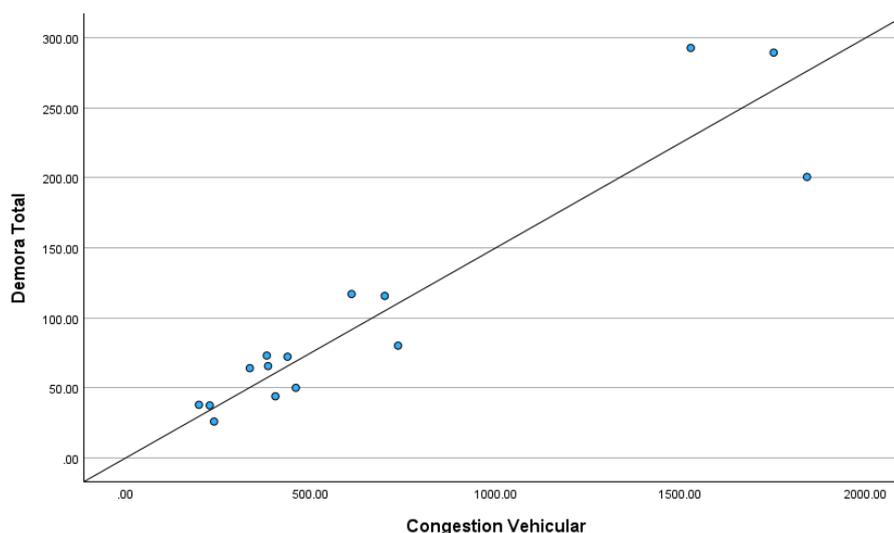
Correlaciones

		Congestion Vehicular	Demora Total
Congestion Vehicular	Correlación de Pearson	1	.795**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	15	15
Demora Total	Correlación de Pearson	.795**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	15	15

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Procesamiento SPSS

Figura 8. Correlación entre las variables: Congestionamiento vehicular y demora total



Fuente: Procesamiento SPSS

f) Toma de decisión:

ya que p resulta con el valor $0.001 < 0.05$ entonces, se acepta la hipótesis nula, el coeficiente de Pearson es de 0.795 lo que indica una relación directa y de grado muy alto, entonces el congestionamiento vehicular produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

g) Correlación de Spearman:

Para la correlación de Spearman(α), si la correlación(p -valor) es menor a 0,05 se rechaza H_a , y se acepta H_0 .

- H_0 : El congestionamiento vehicular produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

- H_1 : El congestionamiento vehicular no produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

Correlaciones

			Congestion Vehicular	Demora Total
Rho de Spearman	Congestion Vehicular	Coefficiente de correlación	1.000	.666**
		Sig. (bilateral)	.	.007
		N	15	15
	Demora Total	Coefficiente de correlación	.666**	1.000
		Sig. (bilateral)	.007	.
		N	15	15

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Procesamiento SPSS

Como la significancia = 0,007 < 0,05 entonces se acepta H0, además el coeficiente muestra un valor 0.666 (correlación positiva moderada) así se concluye que:

El congestionamiento vehicular produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real.

4.15.2 Contrastación de hipótesis específicas

4.15.3 Primera hipótesis específica

a) Prueba de Normalidad

➤ Prueba estadística Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad Vial	.172	15	.200*	.929	15	.268
Demora Total	.183	15	.191	.920	15	.191

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

➤ **Decisión y conclusión**

Como el grado de significancia es mayor a 0,05 entonces los datos representan una distribución normal, para un mejor contraste en los resultados se usará el coeficiente de Pearson y se contrastará con otro método estadístico (Spearman).

b) Formulación de Hipótesis:

- H0: La capacidad vial afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.
- Ha: La capacidad vial no afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.

c) Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

d) Elección de la Prueba de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

Para la estimación del coeficiente necesitamos los valores x e y, se hace la aplicación de la siguiente fórmula.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)} \times \sqrt{(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

e) Estimación del coeficiente de Pearson:

Accesos en Intersecciones Semaforizadas	Capacidad (Ci) (x)	Demora total(y)	Coef. de Pearson
Av. 9 de diciembre	1615	200.64	0.543
S-N	565.25	80.25	
N-S	387.6	50.16	
S-O	355.3	44.12	
N-E	306.85	26.1	
Av. Mariscal Castilla	1515	289.4	
S-N	530.25	115.76	
N-S	363.6	72.35	
E-O	333.3	65.67	
O-E	287.85	37.62	
Jr. Ricardo Palma	1122	292.72	
S-N	392.7	117.088	
N-S	269.28	73.18	
E-O	246.84	64.1984	
O-E	213.18	38.0516	

Fuente: Procesamiento Excel

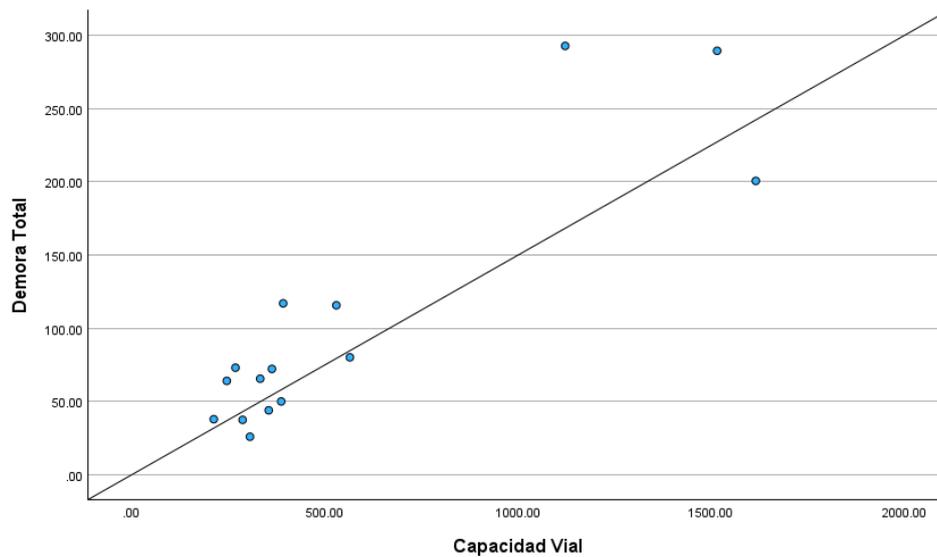
Correlaciones

		Capacidad Vial	Demora Total
Capacidad Vial	Correlación de Pearson	1	.543*
	Sig. (bilateral)		.036
	N	15	15
Demora Total	Correlación de Pearson	.543*	1
	Sig. (bilateral)	.036	
	N	15	15

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: SPSS

Figura 9. Correlación entre las variables: Capacidad y demora total



Fuente: Procesamiento SPSS

f) Toma de decisión:

ya que el nivel de significancia es menor a 0,05 se acepta la hipótesis de investigación H0.

Con un coeficiente de 0.543 se establece una relación directa alta entre las variables, por lo tanto, La capacidad vial no afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.

g) Correlación de Spearman:

Para la correlación de Spearman(α), si la correlación(p-valor) es menor a 0,05 acepta H0, para los enunciados H0 y Ha.

- H0: La capacidad vial afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.
- Ha: La capacidad vial no afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.

Correlaciones

		Capacidad Vial	Demora Total
Rho de Spearman	Capacidad Vial	Coeficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	.
		N	15
	Demora Total	Coeficiente de correlación	.448
		Sig. (bilateral)	.094
		N	15

Fuente: Procesamiento SPSS

Como la significancia es mayor a 0,05 entonces se rechaza H0, así se concluye que:

La capacidad vial no afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.

4.15.4 Segunda hipótesis específica

a) Prueba de Normalidad

➤ Prueba estadística Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Grado de Saturación	.157	15	.200*	.947	15	.485
Demora Total	.183	15	.191	.920	15	.191

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Fuente: Procesamiento SPSS

➤ Decisión y conclusión

Como el grado de significancia es mayor a 0,05 entonces los datos representan una distribución normal, para un mejor contraste en los resultados se usará el coeficiente de Pearson y se contrastará con otro método estadístico (Spearman).

b) Formulación de Hipótesis:

- H0: El grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real
- Ha: El grado de saturación no producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real

c) Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

d) Elección de la Pueba de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

e) Estimación del coeficiente de Pearson:

Para la estimación del coeficiente necesitamos los valores x e y, se hace la aplicación de la siguiente fórmula.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)} \times \sqrt{(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Accesos en Intersecciones Semaforizadas	Grado de Saturación(x)	Demora total(y)	Coef. de Pearson
Av. 9 de diciembre	0.1175	50.16	0.774
S-N	0.1504	80.25	
N-S	0.1269	50.16	
S-O	0.1034	44.12	
N-E	0.0893	26.1	
Av. Mariscal Castilla	0.1225	72.35	
S-N	0.1568	115.76	
N-S	0.1323	72.35	
E-O	0.1078	65.67	
O-E	0.0931	37.62	
Jr. Ricardo Palma	0.175	73.18	
S-N	0.224	117.088	
N-S	0.189	73.18	

E-O	0.154	64.1984
O-E	0.133	38.0516

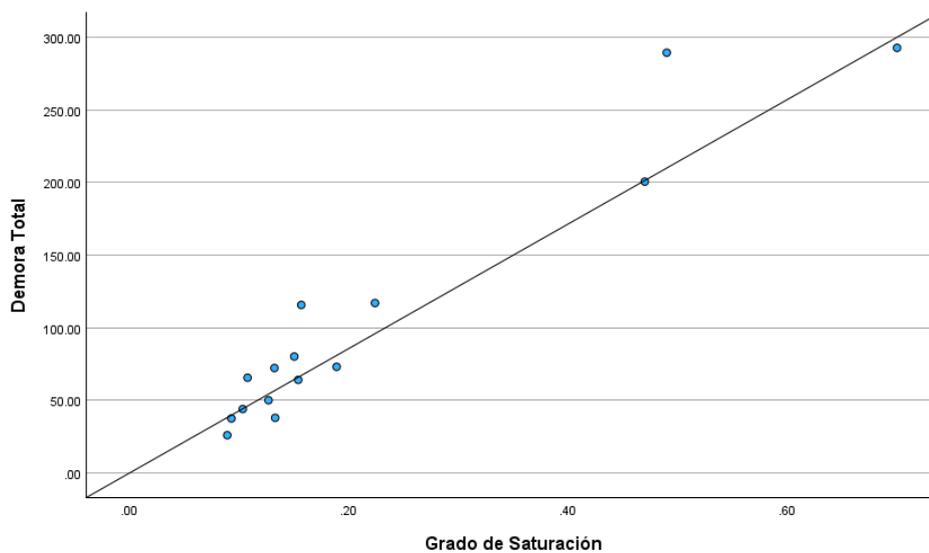
Correlaciones

		Demora Total	Grado de Saturación
Demora Total	Correlación de Pearson	1	.774**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	15	15
Grado de Saturación	Correlación de Pearson	.774**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Procesamiento SPSS

Figura 10. Correlación entre las variables: Grado de Saturación y demora total



Fuente: Procesamiento SPSS

f) Toma de decisión:

El grado de significancia es menor a 0.05 por lo tanto, el grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

g) Correlación de Spearman:

Para la correlación de Spearman(α), si la correlación(p-valor) es menor a 0,05 se rechaza H0, para los enunciados H0 y Ha.

- H0: El grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real
- Ha: El grado de saturación no producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real

		Demora Total	Grado de Saturación
Rho de Spearman	Demora Total	Coefficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	.
		N	15
	Grado de Saturación	Coefficiente de correlación	.808**
		Sig. (bilateral)	<.001
		N	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Procesamiento SPSS

Como p-valor= 0,001 < 0,05 entonces se acepta H0, así se concluye que:
El grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

4.15.5 Tercera hipótesis específica

a) Prueba de Normalidad

➤ Prueba estadística Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Demora Total	.183	15	.191	.920	15	.191
Volúmen Vehicular	.167	15	.200*	.925	15	.232

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento SPSS

➤ Decisión y conclusión

Como el grado de significancia es 0.23 es mayor a 0,05 entonces los datos representan una distribución normal, para un mejor contraste en los resultados se usará el coeficiente de Pearson y se contrastará con otro método estadístico (Spearman).

b) Formulación de Hipótesis:

- H0: Volumen Vehicular producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.
- Ha: Volumen Vehicular no producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

c) Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

d) Elección de la Puebla de Hipótesis:

Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

e) Estimación del coeficiente de Pearson:

Para la estimación del coeficiente necesitamos los valores x e y, se hace la aplicación de la siguiente fórmula.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)} \times \sqrt{(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Accesos en Intersecciones Semaforizadas	Volumen (veh/h) (x)	Demora total(y)	Coef. de Pearson
Av. 9 de diciembre	180.2625	50.16	0.823
S-N	245.563	80.25	
N-S	194.837	50.16	
S-O	150.745	44.12	
N-E	137.0015	26.1	
Av. Mariscal Castilla	177.65	72.35	
S-N	241.724	115.76	
N-S	191.982	72.35	
E-O	148.829	65.67	
O-E	134.954	37.62	
Jr. Ricardo Palma	240.1125	73.18	
S-N	326.823	117.088	
N-S	259.863	73.18	
E-O	200.874	64.1984	
O-E	182.484	38.0516	

Fuente: Procesamiento Excel

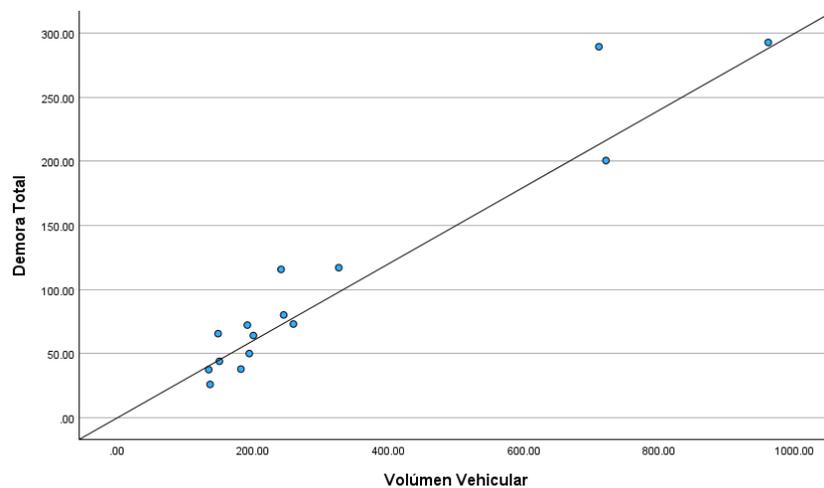
Correlaciones

		Demora Total	Volúmen Vehicular
Demora Total	Correlación de Pearson	1	.823**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	15	15
Volúmen Vehicular	Correlación de Pearson	.823**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Procesamiento SPSS

Figura 11. Correlación entre las variables: Volumen y demora total



Fuente: Procesamiento SPSS

f) Toma de decisión:

Presenta los resultados un valor mayor a 0 con 0.823 de correlación, por lo tanto, el Volumen Vehicular producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

g) Correlación de Spearman:

Para la correlación de Spearman(α), si la correlación(p-valor) es menor a 0,05 se rechaza H_0 , para los enunciados H_0 y H_1 .

- H0: Volumen Vehicular producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.
- H1: Volumen Vehicular no producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

Correlaciones

			Demora Total	Volúmen Vehicular
Rho de Spearman	Demora Total	Coefficiente de correlación	1.000	.825**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	15	15
	Volúmen Vehicular	Coefficiente de correlación	.825**	1.000
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Procesamiento SPSS

Como el coef-valor= 0.825 (correlación significativa) entonces se acepta H0, así se concluye que Volumen Vehicular producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión de resultados con respecto a la hipótesis N°1:

La capacidad vial afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real. En el análisis, para la dimensión capacidad vial se la clasifíco según los niveles de flujo vehiculares máximos en las intersecciones que presentaban demoras considerables, dichas calles eran Av. Próceres, Av. 9 de diciembre y Jr. Ricardo Palma, estos valores son mostrados y también representado en donde se menciona los flujos máximos de cada intersección en estudio e la calle Real.

En tanto se muestra las mediciones estadísticas de la variable capacidad vial.

Como la variable capacidad vial depende de las características propias de cada intersección se unió los valores para obtener el coeficiente de Pearson la cual nos da un valor de 0.543 (correlación positiva moderada).

5.2 Discusión de resultados con respecto a la hipótesis específica N°2:

El grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

Para poder analizar la variable grado de saturación es necesario mencionar que esta indica una relación estrecha entre el tráfico en relación con la capacidad máxima, en la tabla 5 y el grafico 3 se muestra los valores para los grados de saturación en las intersecciones correspondientes con la calle Real.

Asu vez en la tabla 5 indico las mediciones estadísticas de la dimensión grado de saturación.

Al llevar al análisis estadístico los valores arrojaron un coeficiente con el valor de 0.808 (correlación positiva alta).

5.3 Discusión de resultados con respecto a la hipótesis específica N°3:

El Volumen Vehicular producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.

La dimensión volúmenes vehiculares esta expresada en función al volumen horario de máxima demanda para cada intersección analizada en la calle Real. A su vez en la tabla 5 se muestra las mediciones estadísticas de la dimensión volumen vehicular.

Como resultado se realiza el grafico, el mismo que muestra un diagrama de dispersión que relaciona a la dimensión volumen vehicular la variable tiempos de retraso. Al final del análisis estadístico se obtiene un coeficiente de Pearson de 0.823 (correlación positiva alta).

5.4 Discusión de resultados con respecto a la hipótesis general:

El congestionamiento vehicular produce efectos negativos y los tiempos de retraso en la calle Real. La variable congestionamiento vehicular viene estrechamente relacionada con el flujo total de vehículos que realizan su recorrido en cada intersección de la calle Real, se muestra así en la tabla 3 el valor los vehículos que hacen interacción en las intersecciones de la calle Real con Av. Proceres, Av. 9 de diciembre, y Ricardo Palma. La variable tiempos de retraso se analizó considerando los tiempos de retraso que condicionan los accesos en las intersecciones semaforizadas ya que eran las únicas que mostraban colas considerables para el análisis de demoras, se muestra en la tabla3 los valores para las demoras máximas por el periodo de una hora. Al realizar en análisis estadístico se muestra un coeficiente de relación de 0.795 (correlación positiva alta).

CONCLUSIONES

Se estableció que existe una relación de causa consecuencia con las variables “congestión vehicular y el “tiempos de retraso” en la calle Real a lo largo de sus intersecciones que generan mayores tiempos de retraso, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.795 (Correlación alta) estableciéndose que la variable “congestión vehicular” está en función de la variable “capacidad vial. siendo representada esta última con las demoras más altas en las intersecciones estas medidas en segundos son: 200.64 segundos, 289.4 segundos y 292.72 segundos respectivamente. Además, se hizo la optimización en los ciclos semafóricos mejorando el nivel de servicio en las intersecciones y los resultados de dichas nuevas demoras son: 187s, 265s, y 277.6segundos respectivamente.

2. Se estableció que existe una influencia de la dimensión “capacidad vial” y los “tiempos de retraso” en la calle Real, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.543 estableciéndose que la dimensión capacidad vial mantiene una relación con la variable tiempos de retraso los cuales también se analizaron en los puntos críticos de las intersecciones de la calle Real.

3. Se estableció que existe una relación de influencia de la dimensión “grado de saturación” y el “tiempos de retraso” en la calle Real, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.808 (Correlación positiva alta).

4. Se estableció que existe una relación de influencia de la dimensión “volumen vehicular” y el “tiempos de retraso” en la calle Real, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.795 (correlación positiva alta).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se amplifique el estudio del congestionamiento en diferentes ciudades del Perú, principalmente para determinar una relación real con su influencia en los tiempos de retraso de manera que ayude a la población para concientizar sobre este tema delicado.
2. Se recomienda ahondar más el tema de capacidad vial y su relación con los tiempos de retraso en diferentes vías que tengan el problema de congestionamiento, ya que estas se relacionan y pueden ayudar a entender su comportamiento en diferentes realidades.
3. Se recomienda ampliar el estudio sobre el volumen vehicular y su relación en los tiempos de retraso para contrastar diferentes realidades con el problema del congestionamiento vehicular.
4. Se recomienda analizar y revisar respecto a temas relacionados con el grado de saturación y su incidencia en los tiempos de retraso, para tener mayor certeza en su incidencia en los diversos tipos de intersecciones en las ciudades principales del Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1) Bibliografía

Alberto Bull, Ian. 2001. *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales.* Santiago de Chile : s.n., 2001.

ALVARADO, Dante. 2018. *Propuesta de solución al aumento del flujo vehicular en un área de estudio. Caso de estudio: Av. Túpac Amaru entre la Calle Sánchez Cerro y la Av. Tomás Valle.* Lima-Peru : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2018.

ATAUCUSI, CHOQUECAHUA CLEVER. 2019. *MICROSIMULACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR EN INTERSECCIONES VIALES EMPLEANDO MODELOS BIM.* AYACUCHO - PERÚ : s.n., 2019.

BERNAL, Cesar. 2000. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* Colombia : PEARSON EDUCACION, 2000. 978-958-699-128-5.

Blanco, Brenda y Dorantes, Cristina. 2012. *Cálculo del flujo vehicular mediante segmentacion de imagenes.* México D.F. : s.n., 2012.

CAL Y MAYOR, Rafael y CÁRDENAS, James. 2007. *INGENIERIA DE TRÁNSITO.* MÉXICO : Alfaomega Grupo Editor, 2007. 978-970-15-1238-8.

—. *INGENIERÍA DE TRANSITO.* MÉXICO : Alfaomega Grupo Editor. 978-970-15-1238-8.

CARRASCO, Jorge y WAZHIMA, Gustavo. 2012. *DISEÑO DE LA RED SEMAFÓRICA DE LA CALLE MARISCAL LAMAR DESDE LA CALLE MANUEL VEGA HASTA LA CALLE TARQUI .* ECUADOR : UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2012.

CARRASCO, Sergio. 2005. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.* Perú : EDITORIAL SAN MARCOS, 2005. 9972-34-242-5.

CERQUERA, Flor Angela. 2007. *CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.* Colombia : UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, 2007.

CHAVEZ , Victor. 2005. *MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS-2005-VCHI.* Lima : INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA-ICG, 2005.

Construction documentation used as indicators of delays. **Yates, Elnagar y. 1997.** 1997.

DUARTE, Fernando y LEÓN, Carlos. 2018. *PLAN DE MEJORAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV PRINCIPAL DE LA TAHONA Y AV LA GUAIRITA. MUNICIPIO BARUTA. EDO MIRANDA .* Venezuela : UNIVERSIDAD NUEVA ESPARTA, 2018.

GÓMEZ, Ronald Cesar. 2004. *TEXTO DEL ALUMNO INGENIERIA DE TRÁFICO CIV – 326 .* Cochabamba : UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON, 2004.

GONZÁLEZ, Marta. 1999. *ESTUDIO DE VELOCIDADES.* 1999.

HERNANDEZ, Andres Felipe y PEREZ, Jehyzon Alberto. 2019. *ALTERNATIVA PARA MEJORAR EL TRÁNSITO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA AUTOPISTA SUR CON CALLE 63 SUR, LOCALIDAD DE BOSA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.* BOGOTÁ : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, 2019.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. 2010. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.* Mexico : INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2010. 978-607-15-0291-9.

LEÓN, Sonia Zoraida. 2017. *ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR EN LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE PASAJE.* Ecuador : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, 2017.

LLANOS, Jhonatan Milton. 2018. *ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS CON MAYOR AFLUENCIA DE LA AV. HOYOS RUBIO.* Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA , 2018.

MAQUERA, Pedro Valerio. 2019. *EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE FLUJOS VEHICULARES, EN DOS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DE LA AV. JORGE BASADRE G. INTERSECCIÓN CON AV. TARATA Y AV. INTERNACIONAL, ALTO ALIANZA – TACNA, 201.* Perú : UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, 2019.

MENDEZ, Douglas. 2009. *INGENIERIA DEL TRANSITO.* 2009.

MENDOZA, Alejandro Juan y MENDOZA, Carla Jimena. 2020. *ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR Y LOS NIVELES DE SERVICIO EN EL PUENTE GRAU Y SUS VÍAS ALEDAÑAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2019 .* Perú : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA, 2020.

MENDOZA, alejandro y MENDOZA, carla. 2020. *ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR Y LOS NIVELES DE SERVICIO EN EL PUENTE GRAU Y SUS VÍAS ALEDAÑAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2019.* AREQUIPA : s.n., 2020.

MISARI SALAZAR, Luis Orlando. 2020. *CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB. HUANCAYO - PERÚ* : s.n., 2020.

MTC. 2014. *DG.* 2014.

— **2013.** *GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN UN PROYECTO DE INDRAESTRUCTURA VIAL.* Perú : s.n., 2013.

— **2018.** *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO.* Perú : s.n., 2018.

— **2016.** *MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRTERAS.* Perú : s.n., 2016.

NAVARRO, Sergio. 2017. *INGENIERÍA DE TRÁNSITO.* Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, 2017.

Oblea Silva, Carlos. 2018. *PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA FLUIDEZ EN EL TRANSITO VEHICULAR MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACIÓN.* AREQUIPA - PERU : s.n., 2018.

PACHECO, Laura y GONZALES, Karen. 2021. *PROPUESTA PARA MEJORA DEL TRANSITO DE LOS MODOS MOTORIZADOS CON EL FIN DE REDUCIR LOS TIEMPOS DE VIAJE Y OPTIMIZAR LOS NIVELES DE SERVICIO QUE SE PRESENTAN EN LA UPZ 94 LA CANDELARIA, BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA. LA CANDELARIA, BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA* : s.n., 2021.

PTOLOMEO. 2015. *Teoría del flujo vehicular. Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Tenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad.* 2015. pag 12, 15.

—. *TEORIA DEL FLUJO VEHICULAR.*

2014. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Madrid : s.n., 2014.

Real Academia Española. 2014. *Congestionar.* 2014. En Diccionario de la Lengua Española (edición tricentenario).

RODRIGUEZ, Sebastian y CANO, Amin. 2018. *INFLUENCIA DE LOS VEHICULOS DE CARGA PESADA EN LA CONGESTION VIAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C-COLOMBIA.* BOGOTÁ - COLOMBIA : s.n., 2018.

ROMANA, Manuel, y otros. 2010. *MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM 2010).* EEUU : FC EDITORIAL, 2010.

RONALDO, TORREJON PINEDO. 2019. *Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1 – 8 del jirón Orellana -Tarapoto - San Martín, 2018.* TARAPOTO : s.n., 2019. pág.17.

SINAC.

TAPIA, Juan Gabriel y VEIZAGA, Romel Daniel. 2006. *APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA DE TRÁFICO.* Bolivia : UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN, 2006.

TAPIA, Juan y VEIZAGA, Romel. 2006. *APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA DE TRÁFICO".* Bolivia : UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN, 2006.

TORREJON, Ronaldo. 2019. *Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1 – 8 del jirón Orellana -Tarapoto - San Martín, 2018.* Tarapoto - Perú : s.n., 2019. pág. 17.

VEGA, Zaira Yahaira. 2018. *Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de las vías de ingreso a la ciudad de Cajamarca pertenecientes a la Red Vial Nacional.* Perú : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2018.

ANEXOS

- Anexo_01 Matriz de consistencia
- Anexo_02 Cuadro de operacionalización de variables
- Anexo_03 Aforo vehicular en las intersecciones
- Anexo_04 Flujogramas y distribución vehicular
- Anexo_05 Vehículos mixtos, FHMD y VHMD
- Anexo_06 Aforo vehicular en horas de máxima demanda
- Anexo_07 Velocidades en las intersecciones
- Anexo_08 Solicitud y fichas de Juicio de expertos
- Anexo_09 Optimización con software Sychro 10.0
- Anexo_10 Panel fotográfico
- Anexo _11 Ubicación de las intersecciones de estudio

Anexo_01 Matriz de consistencia

ANEXO 01 Matriz de consistencia

Título: CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo afecta el congestionamiento vehicular en los tiempos de retraso en la calle Real?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar la relación del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El congestionamiento vehicular produce efectos negativos en los tiempos de retraso en la calle Real</p>	<p>V.D. tiempos de retraso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidades • Demoras en intersecciones • Flujo de saturación 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad instantánea • Velocidad media espacial • Velocidad media temporal • Tiempo de ciclo semafórico • Tiempo de recorrido • Factor de corrección • Capacidad del acceso • Tasa de llegada • Tasa de salida 	<p>METODO: Científico</p> <p>TIPO: Aplicada</p> <p>NIVEL: Correlacional</p> <p>DISEÑO: Experimental</p> <p>POBLACION: Vehículos que circulan por la calle Real</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>a) ¿Cómo afecta la capacidad vial en los tiempos de retraso en la calle Real?</p> <p>b) ¿De qué manera afecta el grado de saturación en los tiempos de retraso en la calle Real?</p> <p>c) ¿En qué medida afectan los volúmenes vehiculares en los tiempos de retraso vehicular en la calle Real?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>a) Analizar la relación que entre la capacidad vial y los tiempos de retraso vehicular en la calle Real.</p> <p>b) Evaluar la relación entre los grados de saturación y los tiempos de retraso vehicular en la calle Real.</p> <p>c) Evaluar la relación de los volúmenes vehiculares y los tiempos de retraso vehicular en la calle Real.</p>	<p>Hipótesis Especificas</p> <p>a) La capacidad vial afecta positivamente en los tiempos de retraso de la calle Real.</p> <p>b) El grado de saturación producen efectos significativos en los tiempos de retraso de la calle Real.</p> <p>c) Los volúmenes vehiculares producen efectos negativos en los tiempos de retraso de la calle Real.</p>	<p>V.I. congestión vehicular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad vial • Volumen vehicular • Grado de saturación 	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen horario de máxima demanda • Niveles de servicio • Cantidad de vehículos por hora (VPH) • Intensidad de tráfico • Volumen diario promedio (VDP) • Flujo de saturación • Distribución del tráfico por carril • Índice medio diario 	<p>MUESTRA: Vehículos que circulan por las intersecciones de la calle Real y Jr. Pedro Peralta hasta La calle Real y Jr. Ricardo Palma.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo_02 Cuadro de operacionalización de variables

ANEXO 02 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V.D tiempos de retraso	Los retrasos son actos o eventos que posponen, extienden o de alguna manera alteran el cronograma, parte de un trabajo o todo el trabajo. Los retrasos incluyen aplazamiento, paralización, desaceleración, interrupción, disminución de rendimiento, y todo lo relacionado con reprogramación, interferencias, ineficiencias y pérdida de productividad y producción. Los retrasos pueden ser el resultado de trabajos adicionales, o trabajos suspendidos, retrasos causados por el contratista o de cualquiera otra causa bajo condiciones generales. Elnagar y Yates (1997)	“Efecto de principal incidencia provocado por el fenómeno del flujo forzado (congestión vehicular), demora que afecta el progreso del sistema de transitabilidad vehicular”. (Melgar, 2019)	velocidad	Velocidad instantánea	Guías de observación, Excel, cronometro
				Velocidad media temporal	
				Velocidad media espacial	
			Demora en intersecciones	Tiempo de ciclo semafórico	
				Tiempo de recorrido	
				Factor de corrección	
			Flujo de saturación	Capacidad del acceso	
				Tasa de llegada	
				Tasa de salida	
V.I. Congestión vehicular	“Acción y efecto de congestionar en tanto que congestionar significa obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo que, en este caso, es el tránsito vehicular”. (Real Academia Española, 2014)	“En general entendemos la Saturación vehicular como un exceso de vehículos en una vía, lo cual trae como consecuencia que cada vehículo avance de forma lenta e irregular en comparación a las condiciones normales de operación”. (Iturra, 2008)	Capacidad vial	Volumen horario de máxima demanda	Guías de observación, Excel
				Niveles de servicio	
			Volumen vehicular	Cantidad de vehículos por hora (VPH)	Guías de observación, Excel, GPS, cronometro
				Intensidad de tráfico	
				Volumen diario promedio (VDP)	
			Grado de saturación	Flujo de saturación	
				Distribución del tráfico por carril	
				Índice medio diario	

Fuente: Elaboración propia

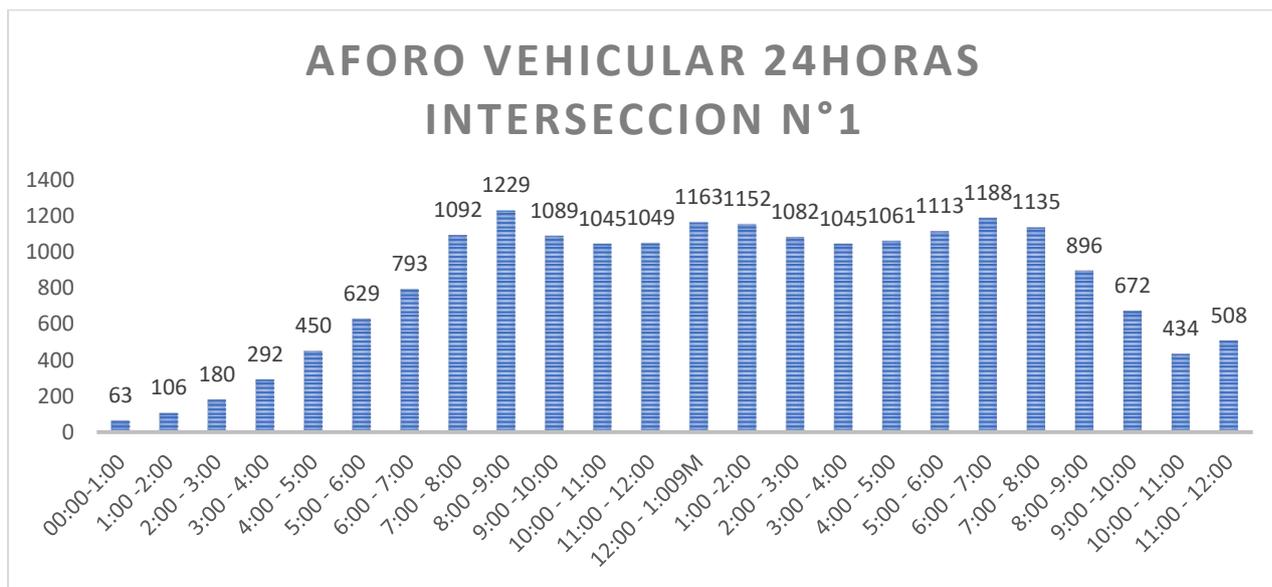
Anexo_03 Aforo vehicular en las intersecciones

AFORO VEHICULAR EN LAS INTERSECCIONES

JR. PEDRO PERALTA Y CALLE REAL									SUBTOTAL
FECHA:20/02/23	MOTO	AUTO	SW	CAM	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIBUS	
HORA									
00:00-00:15am	1	12	0	0	0	0	1	0	14
00:15-00:30	2	11	0	0	0	0	1	0	14
00:30-00:45	2	13	0	1	0	0	2	0	18
00:45-1:00	3	10	0	2	0	0	2	0	17
1:00-1:15	2	14	0	2	0	0	1	0	19
1:15-1:30	1	20	0	1	0	0	2	0	24
1:30-1:45	2	22	1	2	0	0	2	0	29
1:45-2:00	3	24	2	2	0	0	3	0	34
2:00-2:15	3	26	2	3	0	0	3	0	37
2:15-2:30	2	30	3	3	0	1	3	0	42
2:30-2:45	3	35	3	2	1	1	3	1	49
2:45-3:00	3	36	3	3	2	0	4	1	52
3:00-3:15	4	43	2	3	6	1	5	2	66
3:15-3:30	5	48	3	2	4	1	4	1	68
3:30-3:45	5	50	3	2	7	2	4	0	73
3:45-4:00	6	54	4	2	12	2	4	1	85
4:00 - 4:15	7	55	3	2	18	4	4	1	94
4:15 - 4:30	7	58	5	4	20	6	3	2	105
4:30 - 4:45	8	70	5	4	22	5	4	0	118
4:45 - 5:00	10	77	4	3	29	5	5	0	133
5:00 - 5:15	12	86	5	3	29	5	4	1	145
5:15 - 5:30	16	91	4	2	30	5	5	1	154
5:30 - 5:45	16	92	4	2	30	5	5	2	156
5:45 - 6:00	24	100	5	2	31	6	5	1	174
6:00 - 6:15	26	102	5	3	32	6	6	1	181
6:15 - 6:30	30	115	5	3	33	6	6	0	198
6:30 - 6:45	26	117	6	3	33	6	6	1	198
6:45 - 7:00	30	128	7	4	35	6	6	0	216
7:00 - 7:15	31	145	7	7	38	6	7	2	243
7:15 - 7:30	35	160	8	8	38	6	7	2	264
7:30 - 7:45	32	179	9	10	40	7	6	2	285
7:45 - 8:00	36	188	10	10	41	7	7	1	300
8:00 - 8:15	38	188	10	7	46	8	6	2	305
8:15 - 8:30	44	202	11	9	48	7	6	1	328
8:30 - 8:45	45	184	8	9	42	7	8	2	305
8:45 - 9:00	38	179	9	9	42	6	6	2	291
9:00 - 9:15	36	174	8	8	42	6	5	1	280
9:15 - 9:30	35	170	7	8	42	6	5	0	273

9:30 - 9:45	32	170	7	8	42	6	5	1	271
9:45 - 10:00	32	166	6	7	42	6	5	1	265
10:00-10:15	30	169	5	8	42	6	5	0	265
10:15-10:30	31	165	4	7	42	6	4	1	260
10:30-10:45	32	162	5	6	42	6	5	1	259
10:45-11:00	32	164	5	7	42	6	4	1	261
11:00-11:15	29	160	6	7	41	6	5	1	255
11:15-11:30	31	165	7	7	41	6	6	1	264
11:30-11:45	28	164	7	8	42	6	5	0	260
11:45-12:00	31	168	9	7	42	7	5	1	270
12:00-12:15p	33	170	9	9	41	7	6	1	276
12:15-12:30	34	173	9	10	42	6	6	2	282
12:30-12:45	34	179	10	11	44	8	6	1	293
12:45-1:00	36	198	10	9	46	7	5	1	312
1:00 - 1:15	38	191	8	9	43	8	8	2	307
1:15 - 1:30	36	180	8	9	42	7	8	1	291
1:30 - 1:45	34	175	8	8	41	6	6	1	279
1:45 - 2:00	34	171	9	8	41	6	6	0	275
2:00 - 2:15	32	169	9	9	42	6	7	1	275
2:15 - 2:30	32	170	8	8	42	6	7	1	274
2:30 - 2:45	30	164	7	8	42	6	7	0	264
2:45 - 3:00	31	167	7	8	42	6	7	1	269
3:00 - 3:15	32	165	6	7	42	6	7	0	265
3:15 - 3:30	32	162	5	8	42	6	7	1	263
3:30 - 3:45	29	164	4	7	42	6	7	0	259
3:45 - 4:00	31	160	4	7	42	6	7	1	258
4:00 - 4:15	28	165	4	8	42	6	7	2	262
4:15 - 4:30	32	164	5	7	41	6	7	1	263
4:30 - 4:45	33	162	6	8	41	6	7	1	264
4:45 - 5:00	34	170	6	6	42	6	7	1	272
5:00 - 5:15	29	172	8	7	42	6	7	2	273
5:15 - 5:30	29	176	7	7	41	6	7	1	274
5:30 - 5:45	31	175	8	7	42	6	7	1	277
5:45 - 6:00	33	183	8	8	42	6	7	2	289
6:00 - 6:15	33	185	8	8	42	8	7	2	293
6:15 - 6:30	34	184	8	9	43	8	6	1	293
6:30 - 6:45	36	182	8	8	45	8	6	1	294
6:45 - 7:00	42	190	9	8	44	7	6	2	308
7:00 - 7:15	45	181	8	9	42	7	5	2	299
7:15 - 7:30	42	178	9	9	38	7	6	1	290
7:30 - 7:45	38	175	7	8	38	6	7	1	280
7:45 - 8:00	37	171	7	8	29	6	7	1	266
8:00 - 8:15	33	160	9	9	28	6	7	1	253

8:15 - 8:30	27	154	8	8	23	6	6	1	233
8:30 - 8:45	25	139	7	8	20	6	6	0	211
8:45 - 9:00	23	128	7	8	21	4	7	1	199
9:00 - 9:15	20	125	6	7	18	5	7	0	188
9:15 - 9:30	21	119	5	8	15	3	6	1	178
9:30 - 9:45	18	112	4	7	13	2	5	0	161
9:45 - 10:00	18	96	5	7	10	2	6	1	145
10:00-10:15	16	85	5	8	8	0	4	1	127
10:15-10:30	12	74	6	9	6	0	4	0	111
10:30-10:45	10	70	7	8	6	1	4	1	107
10:45-11:00	8	58	7	8	5	0	3	0	89
11:00-11:15	8	46	9	7	5	0	3	0	78
11:15-11:30	6	42	9	7	4	0	4	0	72
11:30-11:45	7	40	8	6	4	0	2	0	67
11:45-00:00	5	269	7	6	2	0	2	0	291
SUB.TOTAL	2278	12249	578	603	2729	443	504	82	
TOTAL									19466

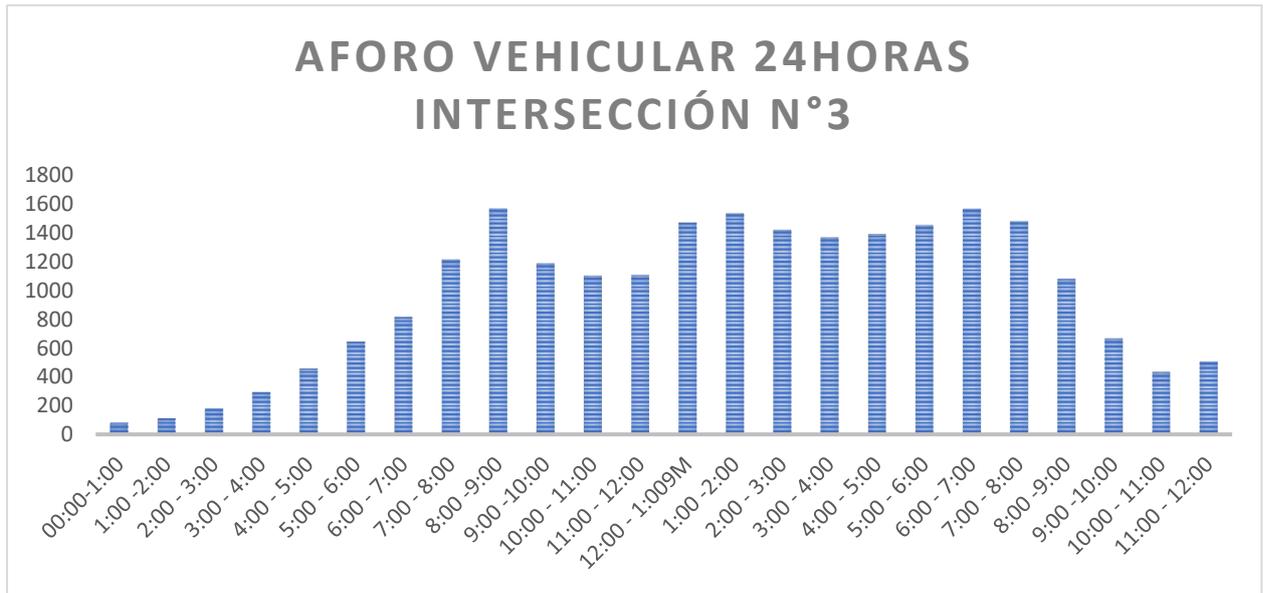


AV. PROCERES Y CALLE REAL									
FECHA:20/02/23	MOTO	AUTO	SW	CAM	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIBUS	SUBTOTAL
HORA									
00:00-00:15	3	16	0	0	0	0	1	0	20
00:15-00:30	3	15	0	0	0	0	1	0	19
00:30-00:45	2	15	0	1	0	0	2	0	20

00:45-1:00	3	15	0	2	0	0	2	0	22
1:00-1:15	2	14	1	2	0	0	3	0	22
1:15-1:30	1	21	1	1	0	0	3	0	27
1:30-1:45	2	22	1	2	0	0	2	0	29
1:45-2:00	3	24	2	2	0	0	3	0	34
2:00-2:15	3	26	2	3	0	0	3	0	37
2:15-2:30	2	32	3	3	1	1	3	0	45
2:30-2:45	3	35	3	2	1	1	3	1	49
2:45-3:00	3	36	3	3	2	0	2	1	50
3:00-3:15	3	43	2	3	6	1	5	2	65
3:15-3:30	5	48	3	2	4	1	5	1	69
3:30-3:45	5	50	3	2	7	2	5	0	74
3:45-4:00	6	54	4	2	12	2	5	1	86
4:00 - 4:15	7	58	3	2	18	4	4	1	97
4:15 - 4:30	7	58	5	4	20	6	3	2	105
4:30 - 4:45	8	70	7	4	22	5	4	0	120
4:45 - 5:00	10	77	7	3	29	5	5	0	136
5:00 - 5:15	12	86	7	3	29	5	4	1	147
5:15 - 5:30	16	91	8	2	30	6	5	1	159
5:30 - 5:45	16	92	8	2	30	6	5	2	161
5:45 - 6:00	24	100	9	2	31	6	5	1	178
6:00 - 6:15	26	102	9	3	32	6	6	1	185
6:15 - 6:30	30	115	9	3	33	6	8	0	204
6:30 - 6:45	26	117	9	3	33	6	8	1	203
6:45 - 7:00	30	128	11	4	35	6	9	0	223
7:00 - 7:15	31	145	12	7	38	6	9	2	250
7:15 - 7:30	35	160	12	8	38	6	9	2	270
7:30 - 7:45	32	179	13	10	40	7	10	2	293
7:45 - 8:00	43	264	15	15	44	7	12	1	401
8:00 - 8:15	38	270	15	13	47	8	8	2	401
8:15 - 8:30	50	277	16	15	50	7	11	1	427
8:30 - 8:45	47	262	13	16	44	7	11	0	400
8:45 - 9:00	42	210	12	14	43	6	10	2	339
9:00 - 9:15	36	194	11	13	44	6	9	1	314
9:15 - 9:30	35	185	10	13	44	6	9	0	302
9:30 - 9:45	32	179	10	13	44	6	9	1	294
9:45 - 10:00	32	166	9	12	44	6	9	1	279
10:00-10:15	30	169	8	13	44	6	9	0	279
10:15-10:30	31	165	7	12	44	6	8	1	274
10:30-10:45	32	162	8	11	44	6	9	1	273
10:45-11:00	32	164	8	12	44	6	8	1	275
11:00-11:15	29	160	9	12	44	6	9	1	270
11:15-11:30	31	165	10	12	44	6	10	1	279

11:30-11:45	28	164	10	13	44	6	9	0	274
11:45-12:00	31	168	12	12	44	7	9	1	284
12:00-12:15p	33	170	12	14	44	7	10	1	291
12:15-12:30	39	250	14	14	44	7	11	2	381
12:30-12:45	37	263	15	13	46	7	9	2	392
12:45-1:00	44	271	15	14	46	6	10	1	407
1:00 - 1:15	43	266	13	13	45	6	11	2	399
1:15 - 1:30	39	262	13	13	45	7	10	1	390
1:30 - 1:45	35	260	12	12	44	6	8	1	378
1:45 - 2:00	34	253	11	11	44	6	8	0	367
2:00 - 2:15	34	248	10	11	44	6	9	1	363
2:15 - 2:30	36	241	11	10	44	6	9	1	358
2:30 - 2:45	33	236	13	10	44	6	9	0	351
2:45 - 3:00	31	237	11	9	44	6	9	1	348
3:00 - 3:15	33	235	10	11	44	6	8	0	347
3:15 - 3:30	34	235	9	9	44	6	8	1	346
3:30 - 3:45	31	232	9	9	44	6	7	0	338
3:45 - 4:00	31	230	9	9	44	6	7	1	337
4:00 - 4:15	32	229	10	11	44	6	8	2	342
4:15 - 4:30	35	231	11	10	44	6	8	1	346
4:30 - 4:45	35	234	12	12	44	6	9	1	353
4:45 - 5:00	36	230	12	11	44	6	9	1	349
5:00 - 5:15	35	228	11	10	44	6	8	2	344
5:15 - 5:30	37	244	10	12	44	6	9	1	363
5:30 - 5:45	36	248	13	13	44	6	9	1	370
5:45 - 6:00	39	251	11	14	44	6	9	2	376
6:00 - 6:15	37	250	13	15	44	8	10	2	379
6:15 - 6:30	40	256	14	15	44	7	10	1	387
6:30 - 6:45	35	264	15	13	46	7	8	1	389
6:45 - 7:00	48	267	14	14	50	7	9	1	410
7:00 - 7:15	42	264	14	14	48	7	10	2	401
7:15 - 7:30	42	258	9	9	42	7	9	1	377
7:30 - 7:45	38	249	7	8	42	6	9	1	360
7:45 - 8:00	37	233	7	8	43	6	7	1	342
8:00 - 8:15	33	225	9	9	32	6	7	1	322
8:15 - 8:30	27	192	8	8	28	6	7	1	277
8:30 - 8:45	25	175	7	8	20	6	8	0	249
8:45 - 9:00	23	162	7	8	21	4	6	1	232
9:00 - 9:15	20	125	6	7	17	5	6	0	186
9:15 - 9:30	21	119	5	8	14	3	6	1	177
9:30 - 9:45	18	112	4	7	13	2	5	0	161
9:45 - 10:00	18	96	5	7	9	2	6	1	144
10:00-10:15	16	85	5	8	8	0	4	1	127

10:15-10:30	12	74	6	9	6	0	4	0	111
10:30-10:45	10	70	7	8	6	1	4	1	107
10:45-11:00	8	58	7	8	5	0	3	0	89
11:00-11:15	8	46	9	7	5	0	3	0	78
11:15-11:30	6	42	9	7	4	0	4	0	72
11:30-11:45	7	40	8	6	3	0	2	0	66
11:45-00:00	5	269	7	6	2	0	2	0	291
SUB.TOTAL	2386	15083	819	803	2861	440	662	80	
TOTAL									23134

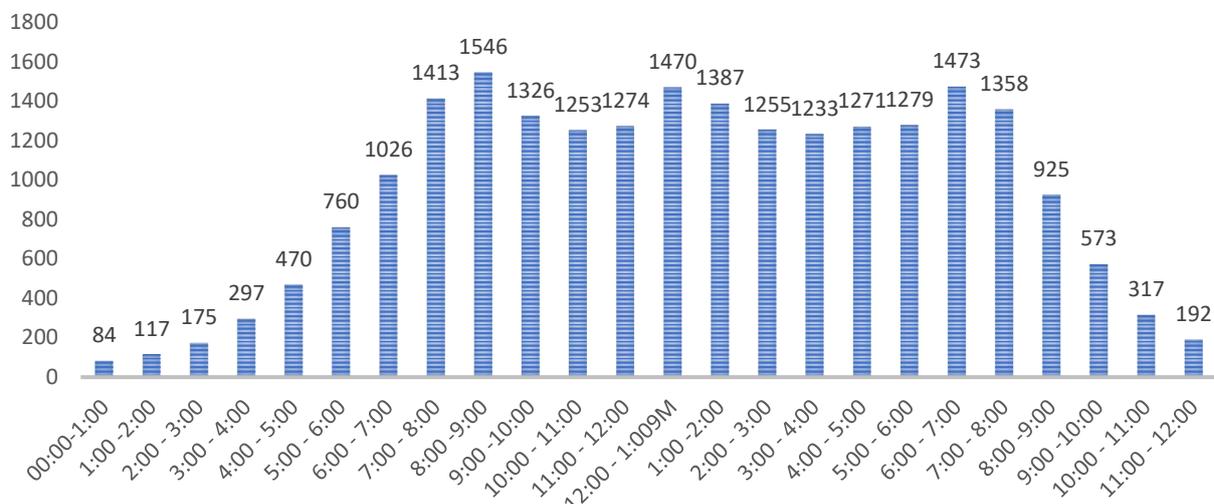


AV.9 DE DICIEMBRE Y CALLE REAL									SUBTOTAL
FECHA:20/02/23	MOTO	AUTO	SW	CAM	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIBUS	
HORA									
00:00-00:15	5	12	0	1	0	0	1	0	19
00:15-00:30	5	13	0	2	0	0	0	0	20
00:30-00:45	5	13	0	2	0	0	2	0	22
00:45-1:00	5	14	0	2	0	0	2	0	23
1:00-1:15	6	14	1	2	0	0	3	0	26
1:15-1:30	6	16	1	1	1	0	3	0	28
1:30-1:45	6	17	1	2	1	0	3	0	30
1:45-2:00	6	19	2	2	1	0	3	0	33
2:00-2:15	5	21	2	3	0	0	3	0	34
2:15-2:30	7	27	3	3	1	1	3	0	45
2:30-2:45	7	30	3	2	1	1	3	1	48
2:45-3:00	6	31	3	3	2	0	2	1	48

3:00-3:15	6	38	2	3	6	1	5	2	63
3:15-3:30	8	43	3	2	5	1	5	1	68
3:30-3:45	10	45	3	2	9	2	5	0	76
3:45-4:00	12	51	4	3	12	2	5	1	90
4:00 - 4:15	11	48	4	3	20	4	4	1	95
4:15 - 4:30	14	56	5	4	20	6	3	2	110
4:30 - 4:45	13	70	5	4	22	5	5	0	124
4:45 - 5:00	14	77	6	5	29	5	5	0	141
5:00 - 5:15	20	87	5	5	29	5	5	1	157
5:15 - 5:30	23	100	5	6	34	6	6	1	181
5:30 - 5:45	23	124	5	7	33	6	6	2	206
5:45 - 6:00	31	122	6	8	36	6	6	1	216
6:00 - 6:15	33	132	6	9	38	6	7	1	232
6:15 - 6:30	34	156	6	9	38	6	7	0	256
6:30 - 6:45	33	156	6	10	38	6	7	1	257
6:45 - 7:00	33	177	7	11	39	6	8	0	281
7:00 - 7:15	33	196	7	11	44	6	8	2	307
7:15 - 7:30	34	238	8	12	44	6	8	2	352
7:30 - 7:45	37	245	9	12	44	7	8	2	364
7:45 - 8:00	39	256	11	13	48	13	9	1	390
8:00 - 8:15	36	256	11	9	52	15	9	2	390
8:15 - 8:30	44	264	13	11	54	13	9	1	409
8:30 - 8:45	39	257	8	12	48	14	10	2	390
8:45 - 9:00	31	242	8	11	44	12	8	1	357
9:00 - 9:15	29	240	8	10	44	13	7	1	352
9:15 - 9:30	28	227	7	8	44	13	7	0	334
9:30 - 9:45	25	218	7	8	44	13	7	1	323
9:45 - 10:00	25	214	6	7	44	13	7	1	317
10:00-10:15	23	217	5	8	44	13	7	0	317
10:15-10:30	24	213	4	7	44	13	6	1	312
10:30-10:45	25	210	6	6	44	13	6	1	311
10:45-11:00	25	212	7	7	44	13	4	1	313
11:00-11:15	22	208	8	8	44	13	7	1	311
11:15-11:30	24	213	8	7	44	13	8	1	318
11:30-11:45	27	212	8	8	44	13	8	0	320
11:45-12:00	26	217	8	9	44	13	7	1	325
12:00-12:15p	29	223	9	10	44	13	8	1	337
12:15-12:30	36	248	9	12	44	13	9	3	374
12:30-12:45	31	250	9	10	48	14	7	2	371
12:45-1:00	40	254	9	13	49	13	9	1	388
1:00 - 1:15	31	247	9	11	44	13	8	2	365
1:15 - 1:30	31	242	8	9	44	12	8	1	355
1:30 - 1:45	27	233	8	9	44	13	6	1	341

1:45 - 2:00	21	227	7	9	44	12	6	0	326
2:00 - 2:15	21	218	7	8	44	12	6	1	317
2:15 - 2:30	23	214	6	8	44	13	7	1	316
2:30 - 2:45	20	217	5	8	44	13	7	0	314
2:45 - 3:00	18	213	4	8	44	13	7	1	308
3:00 - 3:15	20	210	6	8	44	13	7	0	308
3:15 - 3:30	21	212	7	7	44	13	7	1	312
3:30 - 3:45	18	208	8	7	44	13	7	0	305
3:45 - 4:00	18	211	8	7	44	13	6	1	308
4:00 - 4:15	19	212	8	7	44	13	6	2	311
4:15 - 4:30	22	217	8	7	44	13	6	1	318
4:30 - 4:45	22	223	9	7	44	13	8	1	327
4:45 - 5:00	23	212	6	8	44	13	8	1	315
5:00 - 5:15	22	208	7	8	44	13	9	2	313
5:15 - 5:30	24	213	7	8	44	13	9	1	319
5:30 - 5:45	23	212	4	9	44	13	9	1	315
5:45 - 6:00	26	222	8	9	44	13	8	2	332
6:00 - 6:15	29	235	8	10	44	13	9	2	350
6:15 - 6:30	35	247	9	12	44	13	9	3	372
6:30 - 6:45	29	250	9	9	48	14	7	2	368
6:45 - 7:00	42	249	9	11	49	13	9	1	383
7:00 - 7:15	34	251	9	10	44	12	8	2	370
7:15 - 7:30	34	239	9	9	44	12	8	1	356
7:30 - 7:45	33	220	7	8	44	13	8	1	334
7:45 - 8:00	29	195	7	8	39	12	7	1	298
8:00 - 8:15	27	178	9	9	38	6	6	1	274
8:15 - 8:30	27	166	7	8	38	6	6	1	259
8:30 - 8:45	27	118	6	8	36	6	6	0	207
8:45 - 9:00	19	109	6	8	32	4	6	1	185
9:00 - 9:15	14	104	6	7	24	5	6	0	166
9:15 - 9:30	14	100	5	8	22	3	6	1	159
9:30 - 9:45	12	85	4	7	20	2	5	0	135
9:45 - 10:00	11	65	5	7	16	2	6	1	113
10:00-10:15	10	52	5	8	12	0	4	1	92
10:15-10:30	7	49	6	7	12	0	4	0	85
10:30-10:45	7	44	5	6	9	1	4	1	77
10:45-11:00	5	38	5	6	6	0	3	0	63
11:00-11:15	5	37	5	5	6	0	3	0	61
11:15-11:30	4	28	5	5	5	0	3	0	50
11:30-11:45	4	23	4	5	3	0	2	0	41
11:45-00:00	4	23	4	4	3	0	2	0	40
SUB.TOTAL	2031	14715	581	692	3024	764	582	85	
TOTAL									22474

AFORO VEHICULAR 24HORAS INTERSECCIÓN N°8

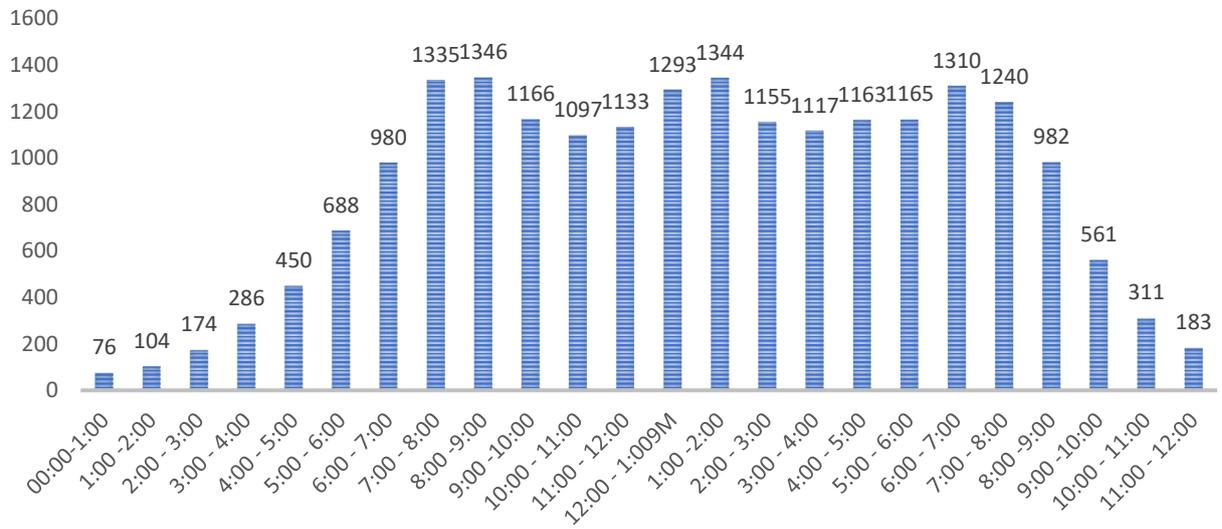


AV. MARISCAL CASTILLA Y CALLE REAL									SUBTOTAL
FECHA:20/02/23	MOTO	AUTO	SW	CAM	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIBUS	
HORA									
00:00-00:15	2	13	0	1	0	0	1	0	17
00:15-00:30	3	13	0	2	0	0	0	0	18
00:30-00:45	4	13	0	2	0	0	2	0	21
00:45-1:00	3	14	1	2	0	0	2	0	22
1:00-1:15	4	14	1	2	0	0	3	0	24
1:15-1:30	4	16	1	1	1	0	3	0	26
1:30-1:45	4	17	1	2	1	0	3	0	28
1:45-2:00	4	19	2	2	1	0	3	0	31
2:00-2:15	5	21	2	3	1	0	3	0	35
2:15-2:30	6	27	3	3	1	1	3	0	44
2:30-2:45	6	30	3	2	1	1	3	1	47
2:45-3:00	5	31	3	3	2	0	2	1	47
3:00-3:15	5	38	2	3	6	1	5	2	62
3:15-3:30	8	43	3	2	5	1	5	1	68
3:30-3:45	9	45	3	2	9	2	5	0	75
3:45-4:00	11	51	4	3	12	2	5	1	89
4:00-4:15	11	48	4	3	18	4	4	1	93
4:15-4:30	14	56	5	4	19	6	3	2	109
4:30-4:45	13	70	5	4	20	5	5	0	122

4:45 - 5:00	14	77	6	5	20	5	5	0	132
5:00 - 5:15	14	87	5	5	20	5	5	1	142
5:15 - 5:30	16	100	5	6	20	6	6	1	160
5:30 - 5:45	18	124	5	7	26	6	6	2	194
5:45 - 6:00	21	122	6	8	28	6	6	1	198
6:00 - 6:15	20	132	6	9	35	6	7	1	216
6:15 - 6:30	24	156	6	9	36	6	7	0	244
6:30 - 6:45	26	156	6	10	38	6	7	1	250
6:45 - 7:00	27	177	7	11	39	6	8	0	275
7:00 - 7:15	28	196	7	11	38	6	8	2	296
7:15 - 7:30	30	238	8	12	40	6	8	2	344
7:30 - 7:45	31	245	9	12	40	7	8	2	354
7:45 - 8:00	35	246	10	13	37	13	7	1	362
8:00 - 8:15	31	247	10	9	40	15	7	2	361
8:15 - 8:30	40	254	12	12	43	13	7	1	382
8:30 - 8:45	34	245	7	12	37	14	8	2	359
8:45 - 9:00	29	248	8	9	40	12	8	1	355
9:00 - 9:15	27	240	8	8	40	13	7	1	344
9:15 - 9:30	26	227	7	8	40	13	7	0	328
9:30 - 9:45	23	218	7	8	40	13	7	1	317
9:45 - 10:00	23	214	6	7	40	13	7	1	311
10:00-10:15	21	217	5	8	40	13	7	0	311
10:15-10:30	22	213	4	7	40	13	6	1	306
10:30-10:45	23	210	6	6	40	13	6	1	305
10:45-11:00	23	212	7	7	40	13	4	1	307
11:00-11:15	20	208	8	8	40	13	7	1	305
11:15-11:30	22	213	8	7	40	13	8	1	312
11:30-11:45	25	217	8	8	40	13	8	0	319
11:45-12:00	24	222	8	9	40	13	7	1	324
12:00-12:15p	29	238	9	10	40	13	8	1	348
12:15-12:30	32	242	8	12	39	10	6	3	352
12:30-12:45	30	252	9	11	43	10	5	2	362
12:45-1:00	38	247	9	12	44	10	6	1	367
1:00 - 1:15	29	247	9	12	39	17	6	2	361
1:15 - 1:30	31	242	6	8	40	12	8	1	348
1:30 - 1:45	27	233	7	8	40	13	6	1	335
1:45 - 2:00	21	227	6	8	40	12	6	0	320
2:00 - 2:15	21	218	6	8	40	12	6	1	312
2:15 - 2:30	23	214	6	8	40	13	7	1	312
2:30 - 2:45	20	217	6	8	40	13	7	0	311
2:45 - 3:00	18	213	6	8	40	13	7	1	306
3:00 - 3:15	20	210	5	8	40	13	7	0	303
3:15 - 3:30	21	212	4	7	40	13	7	1	305

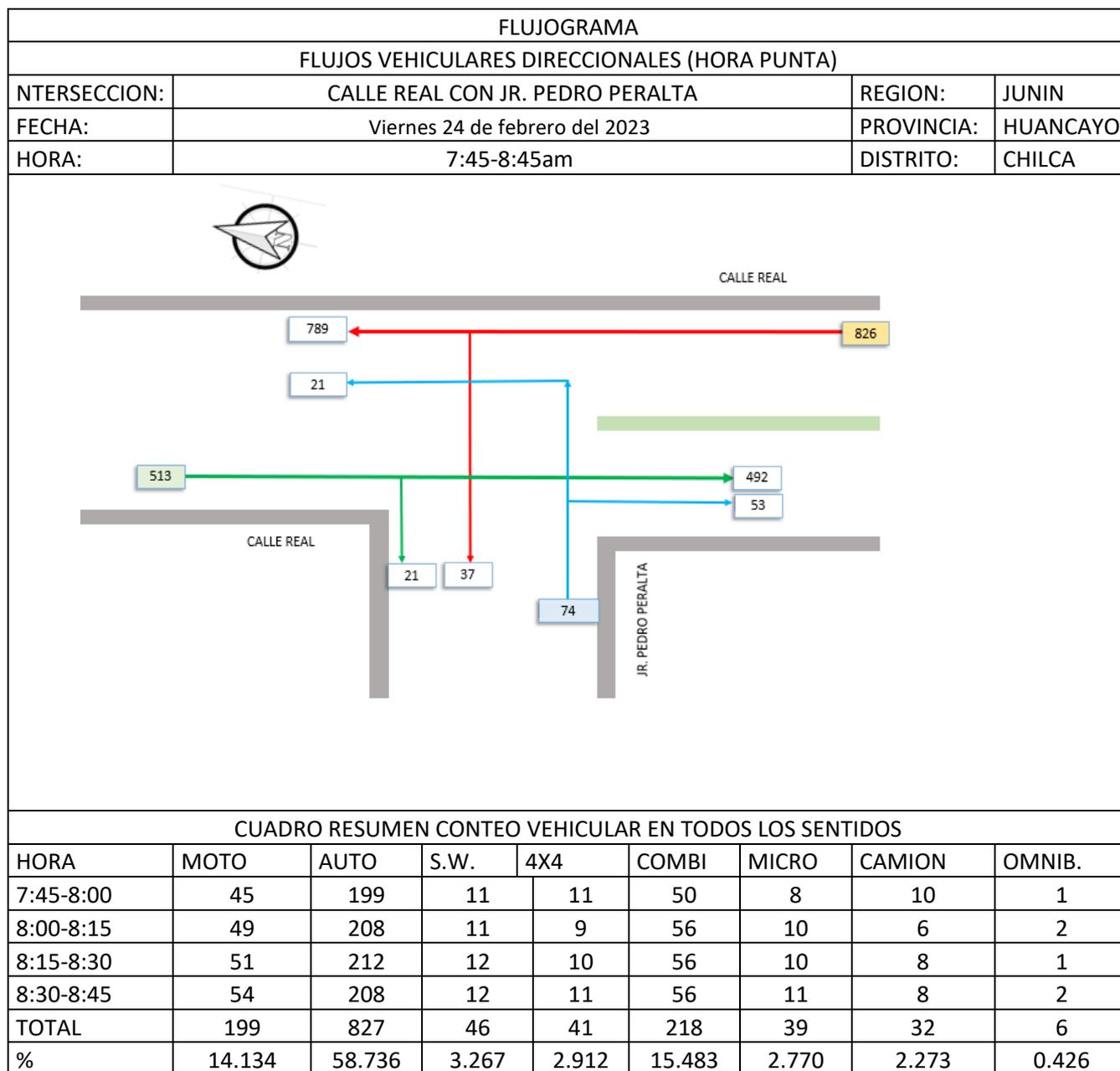
3:30 - 3:45	18	208	5	7	40	13	7	0	298
3:45 - 4:00	18	211	5	7	40	13	6	1	301
4:00 - 4:15	19	212	6	7	40	13	6	2	305
4:15 - 4:30	22	217	6	7	40	13	6	1	312
4:30 - 4:45	22	223	6	7	40	13	8	1	320
4:45 - 5:00	23	212	5	8	40	13	8	1	310
5:00 - 5:15	22	208	5	8	40	13	9	2	307
5:15 - 5:30	24	213	4	8	40	13	9	1	312
5:30 - 5:45	23	212	4	9	40	13	9	1	311
5:45 - 6:00	26	222	6	9	40	13	8	2	326
6:00 - 6:15	29	235	6	10	40	13	9	2	344
6:15 - 6:30	30	244	8	12	39	10	6	3	352
6:30 - 6:45	30	256	9	9	43	10	5	2	364
6:45 - 7:00	35	243	8	11	44	10	6	1	358
7:00 - 7:15	29	239	9	11	39	17	6	2	352
7:15 - 7:30	30	239	9	9	40	12	8	1	348
7:30 - 7:45	28	220	7	9	40	13	8	1	326
7:45 - 8:00	26	195	7	8	39	12	7	1	295
8:00 - 8:15	24	178	9	9	38	6	6	1	271
8:15 - 8:30	24	166	7	8	38	6	6	1	256
8:30 - 8:45	22	118	6	8	36	6	6	0	202
8:45 - 9:00	19	109	6	8	32	4	6	1	185
9:00 - 9:15	14	104	6	7	24	5	6	0	166
9:15 - 9:30	14	100	5	8	22	3	6	1	159
9:30 - 9:45	12	85	4	7	20	2	5	0	135
9:45 - 10:00	11	65	5	7	16	2	6	1	113
10:00-10:15	10	52	5	8	12	0	4	1	92
10:15-10:30	6	49	6	7	12	0	4	0	84
10:30-10:45	6	44	5	6	9	1	4	1	76
10:45-11:00	5	38	5	6	6	0	3	0	63
11:00-11:15	4	37	5	5	6	0	3	0	60
11:15-11:30	3	28	5	5	5	0	3	0	49
11:30-11:45	3	23	4	5	3	0	2	0	40
11:45-00:00	3	23	4	4	3	0	2	0	39
SUB.TOTAL	1832	14680	546	689	2725	753	554	85	
TOTAL									21864

AFORO VEHICULAR 24 HORAS INTERSECCIÓN N°10

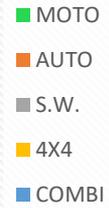
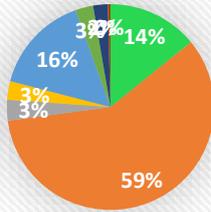


Anexo_04 Flujogramas y distribución vehicular

FLUJOGRAMA Y DISTRIBUCION VEHICULAR EN LAS INTERSECCIONES CRITICAS DE LA CALLE REAL.



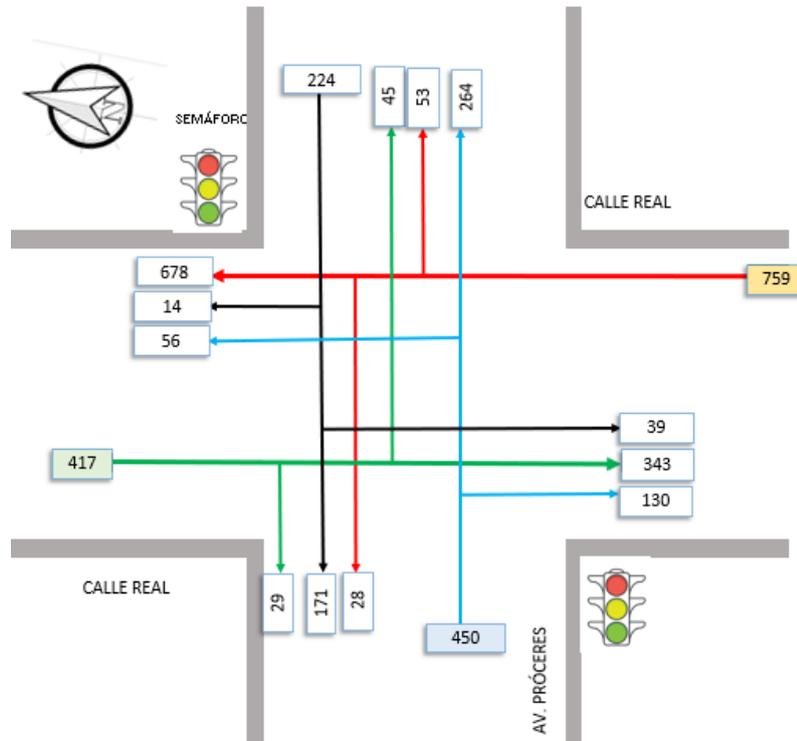
Composicion Vehicular



FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

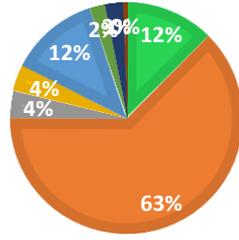
INTERSECCION:	CALLE REAL CON JR. PEDRO PERALTA	REGION:	JUNIN
FECHA:	Viernes 24 de febrero del 2023	PROVINCIA:	HUANCAYO
HORA:	7:45-8:45am	DISTRITO:	CHILCA



CUADRO RESUMEN CONTEO VEHICULAR EN TODOS LOS SENTIDOS

HORA	MOTO	AUTO	S.W.	4X4	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIB.
7:45-8:00	52	280	17	17	52	8	12	2
8:00-8:15	56	291	17	15	57	10	10	4
8:15-8:30	59	293	17	17	60	10	12	2
8:30-8:45	62	289	18	19	60	11	12	0
TOTAL	229	1153	69	68	229	39	46	8
%	12.439	62.629	3.748	3.694	12.439	2.118	2.499	0.435

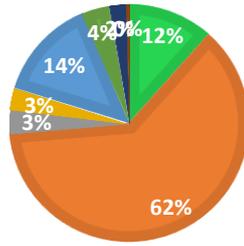
COMPOSICION VEHICULAR



- MOTO
- AUTO
- S.W.
- 4X4
- COMBI
- MICRO
- CAMION

FLUJOGRAMA								
FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)								
INTERSECCION:	CALLE REAL CON JR. PEDRO PERALTA				REGION:	JUNIN		
FECHA:	Viernes 24 de febrero del 2023				PROVINCIA:	HUANCAYO		
HORA:	7:45-8:45am				DISTRITO:	CHILCA		
<p>Diagrama de flujo vehicular en la intersección de Calle Real y Av. 9 de Diciembre. Los volúmenes de flujo se muestran en los cuadros de los carriles.</p>								
CUADRO RESUMEN CONTEO VEHICULAR EN TODOS LOS SENTIDOS								
HORA	MOTO	AUTO	S.W.	4X4	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIB.
7:45-8:00	47	266	14	12	56	14	10	1
8:00-8:15	51	275	13	12	61	17	9	2
8:15-8:30	48	272	15	12	63	16	11	1
8:30-8:45	56	275	14	15	63	18	10	2
TOTAL	202	1088	56	51	243	65	40	6
%	11.536	62.136	3.198	2.913	13.878	3.712	2.284	0.343

COMPOSICION VEHICULAR

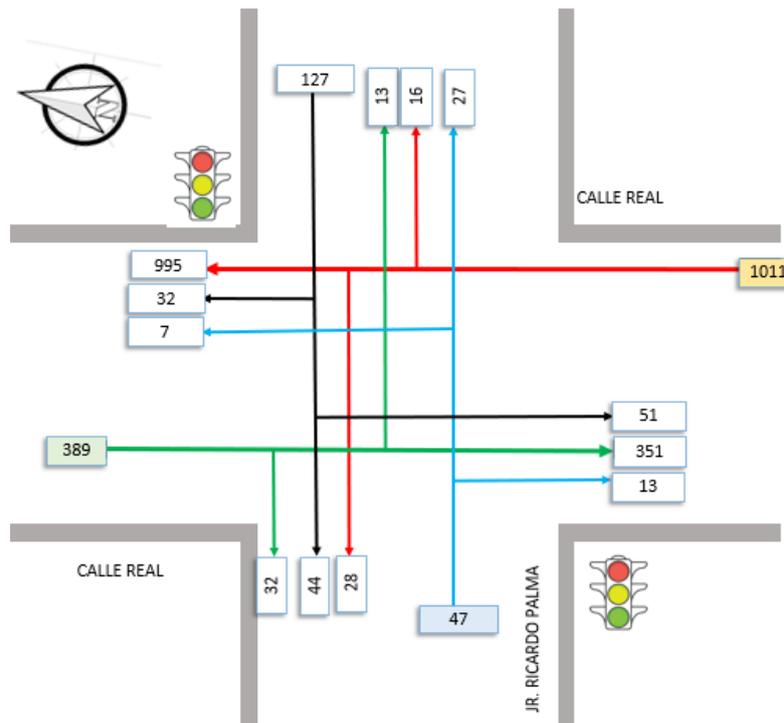


- MOTO
- AUTO
- S.W.
- 4X4
- COMBI
- MICRO

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

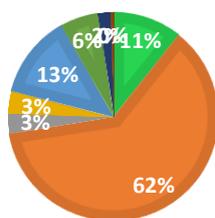
INTERSECCION:	CALLE REAL CON JR. PEDRO PERALTA	REGION:	JUNIN
FECHA:	Viernes 24 de febrero del 2023	PROVINCIA:	HUANCAYO
HORA:	7:45-8:45am	DISTRITO:	CHILCA



CUADRO RESUMEN CONTEO VEHICULAR EN TODOS LOS SENTIDOS

HORA	MOTO	AUTO	S.W.	4X4	COMBI	MICRO	CAMION	OMNIB.
7:45-8:00	40	230	11	12	45	20	8	1
8:00-8:15	41	237	11	12	49	23	6	2
8:15-8:30	37	236	13	13	51	22	9	1
8:30-8:45	45	241	12	15	51	24	7	2
TOTAL	163	944	47	52	196	89	30	6
%	10.675	61.821	3.078	3.405	12.836	5.828	1.965	0.393

COMPOSICION VEHICULAR



Anexo_05 Vehículos mixtos, FHMD y VHMD

CANTIDAD DE VEHÍCULOS MIXTOS, FHMD Y VHMD EN LA INTERSECCIONES

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	808	492	0	66	1366
Martes	728	463	0	45	1236
Miércoles	722	457	0	44	1223
Jueves	722	453	0	44	1219
Viernes	826	513	0	74	1413
Sábado	728	453	0	45	1226
Domingo	724	415	0	43	1182

JR. PEDRO PERALTA TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	197	123	0	15
8:45 - 9:00am	204	128	0	20
9:00 - 9:15am	210	132	0	20
9:15 - 9:30am	215	130	0	19

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD				
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA				
	S-N	N-S	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	826	513	74	1402
qmax	215	132	20	362
FHMD	0.96	0.97	0.93	0.97
VHMD (veh/15min)	206.5	128.25	18.5	350.5
V/FHMD (flujo actual)	860	528	80	1448

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
CALLE REAL Y JR. FRANCISCO ANTONIO DE ZELA					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	788	472	70	40	1370
Martes	702	442	61	28	1233
Miércoles	694	439	61	28	1222
Jueves	695	432	61	28	1216
Viernes	813	496	65	38	1412
Sábado	704	437	58	29	1228
Domingo	699	413	54	26	1192

JR. FRANCISCO ANTONIO DE ZELATOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	193	122	0	17
8:45 - 9:00am	200	128	0	15
9:00 - 9:15am	207	130	0	18
9:15 - 9:30am	213	130	0	15

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD					
CALLE REAL Y JR. FRANCISCO ANTONIO DE ZELA					
	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	813	496	65	38	1418
qmax	213	130	18	12	367
FHMD	0.95	0.95	0.90	0.79	0.97
VHMD (veh/15min)	203.25	124	16.25	9.5	354.5
V/FHMD (flujo actual)	852	520	72	48	1468

3

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL AV. PRÓCERES					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	734	404	220	442	1800
Martes	657	371	187	422	1637
Miércoles	646	380	186	423	1635
Jueves	650	361	187	422	1620
Viernes	759	417	224	450	1850
Sábado	664	372	191	405	1632

Domingo	644	342	180	389	1555
---------	-----	-----	-----	-----	------

AV. PRÓCERES TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	182	97	53	110
8:45 - 9:00am	187	105	55	114
9:00 - 9:15am	193	104	60	115
9:15 - 9:30am	197	111	56	111

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD					
CALLE REAL Y AV. PRÓCERES					
	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	759	401	213	436	1834
qmax	197	111	60	115	471
FHMD	0.96	0.90	0.89	0.95	0.97
VHMD (veh/15min)	189.75	100.25	53.25	109	458.5
V/FHMD (flujo actual)	788	444	240	460	1884

4

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. ATERIAL					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	717	377	47	21	1162
Martes	642	344	39	17	1042
Miércoles	631	352	43	18	1044
Jueves	635	334	39	17	1025
Viernes	748	392	47	21	1208
Sábado	635	346	38	17	1036
Domingo	624	321	39	18	1002

JR. ATERIAL TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	178	90	12	5
8:45 - 9:00am	188	100	10	5
9:00 - 9:15am	188	97	12	6
9:15 - 9:30am	194	105	13	5

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD					
CALLE REAL Y JR. ATERIAL					
	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	748	390	47	21	1123

qmax	194	100	13	6	315
FHMD	0.96	0.98	0.90	0.88	0.89
VHMD (veh/15min)	187	97.5	11.75	5.25	280.75
V/FHMD (flujo actual)	776	400	52	24	1260

5

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. MELGAR					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	707	373	20	0	1100
Martes	638	337	20	0	995
Miércoles	627	347	22	0	996
Jueves	631	327	20	0	978
Viernes	741	389	20	0	1150
Sábado	631	341	20	0	992
Domingo	617	314	22	0	953

JR. MELGAR TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	178	89	4	0
8:45 - 9:00am	185	99	6	0
9:00 - 9:15am	186	97	5	0
9:15 - 9:30am	192	104	5	0

CALCULOS PARA EL FHMD Y VHMD				
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. MELGAR				
	S-N	N-S	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	741	389	20	1144
qmax	192	104	6	301
FHMD	0.96	0.94	0.83	0.95
VHMD (veh/15min)	185.25	97.25	5	286
V/FHMD (flujo actual)	768	416	24	1204

6

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. JOSE SANTOS CHOCANO					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	701	349	0	51	1101
Martes	638	317	0	43	998

Miércoles	609	328	0	41	978
Jueves	631	307	0	43	981
Viernes	740	365	0	51	1156
Sábado	627	319	0	42	988
Domingo	619	294	0	41	954

JR. JOSE SANTOS CHOCANO TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	177	84	0	10
8:45 - 9:00am	185	93	0	13
9:00 - 9:15am	186	90	0	14
9:15 - 9:30am	192	98	0	14

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD				
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. JOSE SANTOS CHOCANO				
	S-N	N-S	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	740	365	51	1150
qmax	192	98	14	304
FHMD	0.96	0.93	0.91	0.95
VHMD (veh/15min)	185	91.25	12.75	287.5
V/FHMD (flujo actual)	768	392	56	1216

7

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR.2 DE MAYO					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	677	379	75	0	1131
Martes	613	347	75	0	1035
Miércoles	584	360	69	0	1013
Jueves	606	337	75	0	1018
Viernes	715	397	75	0	1187
Sábado	602	347	80	0	1029
Domingo	598	324	75	0	997

JR.2 DE MAYO TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	171	92	18	0
8:45 - 9:00am	179	102	19	0
9:00 - 9:15am	178	98	19	0
9:15 - 9:30am	187	105	19	0

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD				
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR.2 DE MAYO				
	S-N	N-S	E-O	TOTAL
VHMD (veh/h)	715	397	75	1187
qmax	187	105	19	311
FHMD	0.96	0.95	0.99	0.95
VHMD (veh/15min)	178.75	99.25	18.75	296.75
V/FHMD (flujo actual)	748	420	76	1244

8

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y AV.9 DE DICIEMBRE					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	711	420	0	528	1659
Martes	647	393	0	541	1581
Miércoles	613	399	0	519	1531
Jueves	640	381	0	541	1562
Viernes	748	443	0	558	1749
Sábado	631	388	0	538	1557
Domingo	632	366	0	521	1519

AV.9 DE DICIEMBRE TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	179	99	0	140
8:45 - 9:00am	187	113	0	140
9:00 - 9:15am	186	113	0	139
9:15 - 9:30am	196	118	0	139

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD					
CALLE REAL Y AV.9 DE DICIEMBRE					
	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	738	426	528	1739	1739
qmax	196	118	140	453	453
FHMD	0.94	0.90	0.94	0.96	0.96
VHMD (veh/15min)	184.5	106.5	132	434.75	434.75
V/FHMD (flujo actual)	784	472	560	1812	1812

9

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y AV. MARISCAL CASTILLA					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	1066	384	82	54	1586
Martes	1000	342	82	54	1478
Miércoles	951	345	78	55	1429
Jueves	993	332	82	50	1457
Viernes	1104	402	82	54	1642
Sábado	983	326	84	52	1445
Domingo	973	317	80	50	1420

AV. MARISCAL CASTILLA TOTAL VEHICULOS MIXTOS				
Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	271	92	21	12
8:45 - 9:00am	275	101	19	15
9:00 - 9:15am	275	102	21	13
9:15 - 9:30am	283	107	21	14

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD					
CALLE REAL Y AV. MARISCAL CASTILLA					
	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
VHMD (veh/h)	1104	402	82	54	1624
qmax	283	107	21	15	422
FHMD	0.98	0.94	0.98	0.90	0.96
VHMD (veh/15min)	276	100.5	20.5	13.5	406
V/FHMD (flujo actual)	1132	428	84	60	1688

10

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS					
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA					
DÍAS	S-N	N-S	E-O	O-E	TOTAL
Lunes	970	372	127	0	1469
Martes	911	329	127	0	1367
Miércoles	861	335	127	0	1323
Jueves	904	319	127	0	1350
Viernes	1011	389	127	0	1527
Sábado	894	317	126	0	1337
Domingo	884	307	124	0	1315

JR. PEDRO PERALTA TOTAL VEHICULOS MIXTOS
--

Max Demanda	Sur-Norte	Norte-Sur	Este-Oeste	Oeste-Este
8:30 - 8:45am	248	89	30	0
8:45 - 9:00am	251	98	32	0
9:00 - 9:15am	252	97	33	0
9:15 - 9:30am	260	105	32	0

CALCULOS PARA EEL FHMD Y VHMD				
INTERSECCIÓN CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA				
	S-N	N-S	E-O	TOTAL
VHMD (veh/h)	1011	389	127	1527
qmax	260	105	33	397
FHMD	0.97	0.93	0.96	0.96
VHMD (veh/15min)	252.75	97.25	31.75	381.75
V/FHMD (flujo actual)	1040	420	132	1588

Anexo_06 Aforo vehicular en horas de máxima demanda

AFORO VEHICULAR EN LAS HORAS DE MAXIMA DEMANDA PARA LAS INTERSECCIONES CRITICAS

INTERSECCIÓN N°1

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:		CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA S-N																	Provincia:		Huancayo			
Fecha:		Viernes 24 de febrero del 2023																	Distrito:		Chilca			
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	2	26	0	4	117	0	0	8	0	0	6	0	2	23	0	0	4	0	0	4	0	0	1	0
8:00-8:15	3	27	0	5	120	0	0	7	0	0	5	0	3	26	0	0	5	0	0	2	0	0	1	0
8:15-8:30	3	28	0	4	123	0	0	9	0	0	5	0	2	27	0	0	5	0	0	3	0	0	1	0
8:30-8:45	3	29	0	4	125	0	0	9	0	0	6	0	2	27	0	0	6	0	0	3	0	0	1	0
SEMISUMA	11	110	0	17	485	0	0	33	0	0	22	0	9	103	0	0	20	0	0	12	0	0	4	0
SUB TOTAL	121			502			33			22			112			20			12			4		
TOTAL																								826

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:		CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA N-S																	Provincia:		Huancayo			
Fecha:		Viernes 24 de febrero del 2023																	Distrito:		Chilca			
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	0	12	1	0	70	3	0	3	0	0	4	0	0	22	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0
8:00-8:15	0	13	1	0	72	3	0	3	0	0	4	0	0	23	0	0	3	1	0	4	0	0	1	0
8:15-8:30	0	14	1	0	73	3	0	3	0	0	4	0	0	24	0	0	4	1	0	5	0	0	0	0
8:30-8:45	0	15	2	0	69	3	0	2	0	0	5	0	0	24	0	0	3	1	0	5	0	0	1	0
SEMISUMA	0	54	5	0	284	12	0	11	0	0	17	0	0	93	0	0	13	4	0	18	0	0	2	0
SUB TOTAL	59			296			11			17			93			17			18			2		
TOTAL																								513

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:		CALLE REAL Y JR. PEDRO PERALTA O-E																	Provincia:		Huancayo			
Fecha:		Viernes 24 de febrero del 2023																	Distrito:		Chilca			
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	1	0	3	1	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0
8:00-8:15	2	0	3	3	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0
8:15-8:30	1	0	4	3	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0
8:30-8:45	2	0	3	2	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	2	0	0	0
SEMISUMA	6	0	13	9	0	20	2	0	0	2	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	7	0	0	0
SUB TOTAL	19			29			2			2			13			2			7			0		
TOTAL																								74

INTERSECCIÓN N°3

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:			CALLE REAL Y AV. PRÓCERES S-N															Provincia:		Huancayo				
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca				
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	2	21	2	5	94	11	0	8	0	0	7	0	0	23	0	0	3	1	0	4	0	0	1	0
8:00-8:15	2	22	2	4	101	9	0	8	0	0	4	0	0	26	0	0	6	0	0	2	0	0	1	0
8:15-8:30	3	21	3	5	100	11	0	9	0	0	5	0	0	27	0	0	4	1	0	3	0	0	1	0
8:30-8:45	2	25	2	5	98	11	0	10	0	0	6	0	0	27	0	0	7	0	0	3	0	0	1	0
SEMISUMA	9	89	9	19	393	42	0	35	0	0	22	0	0	103	0	0	20	2	0	12	0	0	4	0
SUB TOTAL	107			454			35			22			103			22			12			4		
TOTAL																								759

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:			CALLE REAL Y AV. PRÓCERES N-S															Provincia:		Huancayo				
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca				
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	2	6	2	8	42	4	0	1	0	0	3	0	0	22	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0
8:00-8:15	1	6	2	9	45	6	0	0	0	0	5	1	0	23	0	0	4	0	0	2	0	0	1	0
8:15-8:30	2	6	2	10	43	4	0	0	0	0	4	0	0	24	0	0	5	0	0	4	0	0	0	0
8:30-8:45	2	9	3	11	44	4	0	-1	0	0	6	1	0	24	0	0	4	0	0	3	0	0	1	0
SEMISUMA	7	27	9	38	174	18	0	0	0	0	18	2	0	93	0	0	17	0	0	12	0	0	2	0
SUB TOTAL	43			230			0			20			93			17			12			2		
TOTAL																								417

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:			CALLE REAL Y AV. PRÓCERES E-O															Provincia:		Huancayo				
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca				
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	2	3	1	3	27	2	1	3	0	1	3	0	0	3	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0
8:00-8:15	3	4	1	4	25	2	2	3	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0
8:15-8:30	3	4	1	4	28	3	2	2	0	1	3	0	0	4	0	1	0	0	0	3	0	0	1	0
8:30-8:45	3	4	1	4	26	3	2	3	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0
SEMISUMA	11	15	4	15	106	10	7	11	0	2	10	0	0	15	0	2	0	0	2	9	0	0	5	0
SUB TOTAL	30			131			18			12			15			2			11			5		
TOTAL																								224

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Intersección:			CALLE REAL Y AV. PRÓCERES O-E															Provincia:		Huancayo					
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca					
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS			
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	
7:45-8:00	2	6	3	12	43	29	0	3	1	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	
8:00-8:15	2	7	4	13	47	26	0	3	1	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	
8:15-8:30	3	7	4	11	46	28	0	3	1	0	4	0	0	5	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	
8:30-8:45	2	6	3	11	47	25	0	3	1	0	4	0	0	5	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	
SEMISUMA	9	26	14	47	183	108	0	12	4	0	14	0	0	18	0	0	0	0	0	11	4	0	0	0	
SUB TOTAL	49			338			16			14			18			0			15			0			
TOTAL																									450

INTERSECCIÓN N°8

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																									
Intersección:			CALLE REAL Y AV.9 DE DICIEMBRE S-N															Provincia:		Huancayo					
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca					
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS			
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	
7:45-8:00	2	20	0	4	107	0	0	8	0	1	6	0	0	23	0	0	3	0	0	4	0	0	1	0	
8:00-8:15	2	20	0	7	111	0	1	7	0	1	3	0	0	26	0	0	6	0	0	2	0	0	1	0	
8:15-8:30	3	19	0	7	108	0	0	9	0	0	5	0	0	27	0	0	4	0	0	3	0	0	1	0	
8:30-8:45	3	24	0	6	109	0	1	9	0	1	5	0	0	27	0	0	7	0	0	3	0	0	1	0	
SEMISUMA	10	83	0	24	435	0	2	33	0	3	19	0	0	103	0	0	20	0	0	12	0	0	4	0	
SUB TOTAL	93			459			35			22			103			20			12			4			
TOTAL																									748

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																									
Intersección:			CALLE REAL Y AV.9 DE DICIEMBRE N-S															Provincia:		Huancayo					
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca					
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS			
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	
7:45-8:00	0	7	4	0	20	29	0	1	0	0	3	0	0	22	5	0	4	3	0	2	1	0	0	0	
8:00-8:15	0	9	4	0	25	29	0	1	0	0	6	0	0	23	5	0	4	3	0	1	2	0	1	0	
8:15-8:30	0	7	5	0	24	31	0	1	0	0	4	0	0	24	5	0	5	3	0	3	1	0	0	0	
8:30-8:45	0	10	4	0	24	32	0	0	0	0	7	0	0	24	5	0	4	3	0	2	2	0	1	0	
SEMISUMA	0	33	17	0	93	121	0	3	0	0	20	0	0	93	20	0	17	12	0	8	6	0	2	0	
SUB TOTAL	50			214			3			20			113			29			14			2			
TOTAL																									445

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:			CALLE REAL Y AV.9 DE DICIEMBRE O-E															Provincia:		Huancayo				
Fecha:			Viernes 24 de febrero del 2023															Distrito:		Chilca				
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		

	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	11	0	3	77	0	29	3	0	2	2	0	0	6	0	0	4	0	0	2	0	1	0	0	0
8:00-8:15	12	0	4	75	0	28	3	0	1	2	0	0	7	0	0	4	0	0	3	0	1	0	0	0
8:15-8:30	10	0	4	76	0	26	3	0	2	3	0	0	7	0	0	4	0	0	3	0	1	0	0	0
8:30-8:45	10	0	5	77	0	27	3	0	1	2	0	0	7	0	0	4	0	0	2	0	1	0	0	0
SEMISUMA	43	0	16	305	0	110	12	0	6	9	0	0	27	0	0	16	0	0	10	0	4	0	0	0
SUBTOTAL	59			415			18			9			27			16			14			0		
TOTAL																								558

INTERSECCIÓN N°10

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:		CALLE REAL Y JR. RICARDO PALMA S-N																	Provincia:		Huancayo			
Fecha:		Viernes 24 de febrero del 2023																	Distrito:		Chilca			
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	0	27	1	0	162	2	0	11	0	0	8	0	0	23	0	0	7	0	0	6	0	0	1	0
8:00-8:15	0	27	2	0	163	2	0	10	0	0	5	0	0	26	0	0	10	0	0	5	0	0	1	0
8:15-8:30	0	24	2	0	161	3	0	12	0	0	8	0	0	27	0	0	8	0	0	6	0	0	1	0
8:30-8:45	0	31	1	0	162	3	0	12	0	0	7	0	0	27	0	0	11	0	0	5	0	0	1	0
SEMISUMA	0	109	6	0	648	10	0	45	0	0	28	0	0	103	0	0	36	0	0	22	0	0	4	0
SUBTOTAL	115			658			45			28			103			36			22			4		
TOTAL																								1011

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:		CALLE REAL Y JR. RICARDO PALMA N-S																	Provincia:		Huancayo			
Fecha:		Viernes 24 de febrero del 2023																	Distrito:		Chilca			
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D
7:45-8:00	0	9	0	2	33	4	0	0	0	0	4	0	0	22	0	0	10	3	0	2	0	0	0	0
8:00-8:15	0	9	0	1	37	5	0	1	0	0	7	0	0	23	0	0	10	3	0	1	0	0	1	0
8:15-8:30	0	8	0	1	36	5	0	1	0	0	5	0	0	24	0	0	11	3	0	3	0	0	0	0
8:30-8:45	0	10	0	2	39	6	0	0	0	0	8	0	0	24	0	0	10	3	0	2	0	0	1	0
SEMISUMA	0	36	0	6	145	20	0	2	0	0	24	0	0	93	0	0	41	12	0	8	0	0	2	0
SUBTOTAL	36			171			2			24			93			53			8			2		
TOTAL																								389

TABLA DE CONTEO VEHICULAR																								
Intersección:		CALLE REAL Y JR. RICARDO PALMA E-O																	Provincia:		Huancayo			
Fecha:		Viernes 24 de febrero del 2023																	Distrito:		Chilca			
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS		
	IZ	CEN	DE.	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D	IZ	CEN	D

7:45-8:00	2	0	1	10	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	2	0	1	10	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:15-8:30	2	0	1	12	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30-8:45	2	0	1	11	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMISUMA	8	0	4	43	44	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL	12			115			0			0			0			0			0			0		
TOTAL																							127	

Anexo_07 Velocidades en las intersecciones

VELOCIDADES EN LAS INTERSECCIONES

Estudio de Velocidad de aproximación - Intersección 1

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. PEDRO PERALTA, DISTANCIA = 100m														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S								
1	12.3	10.1	12.5	13.8	11.5	9.7	11.8	12.3	13.1	10.1	13.8	9.9	10.7	12.8
2	11.1	10.6	12.7	14.1	9.9	13.2	13.7	12.5	11.5	9.9	11.7	11.1	13.6	12.4
3	12.3	13.3	9.9	13.6	12.7	13.6	9.8	14.4	12.4	14.4	9.4	10.3	9.8	12.2
4	13.9	13.3	11.3	12.5	10.5	11.7	11.5	11.6	10.3	11.4	10.4	11.4	10.1	10.9
5	12.6	13.1	11.5	11.7	9.5	12.5	13.5	12.3	11.8	14.1	11.3	11.3	11.1	14.3
6	12.7	10.6	10.9	11.3	10.2	11.6	14.2	12.3	10.5	9.6	9.5	13.1	12.5	13.5
7	9.9	11.7	14.1	11.3	10.8	11.4	9.6	13.8	9.9	14.2	14.5	12.5	13.5	10.9
8	10.2	11.3	11.4	11.8	9.4	14.1	12.4	9.3	10.3	13.3	12.7	13.9	10.8	14.2
9	13.6	10.8	9.9	14.2	11.2	13.4	10.3	14.2	9.6	12.9	9.8	13.3	10.3	12.1
10	12.9	9.5	11.8	13.5	12.1	11.9	11.9	13.1	9.8	13.7	13.2	10.2	12.4	9.9
Media	12.15	11.43	10.2	12.78	10.78	12.31	11.87	12.58	10.92	12.36	11.63	11.7	11.48	12.32
Media Par.	11.79		11.49		11.55		12.23		11.64		11.67		11.90	
Media	11.75													

VELOCIDAD EN KM/H, JR. PEDRO PERALTA														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	29.27	35.64	28.80	26.09	31.30	37.11	30.51	29.27	27.48	35.64	26.09	36.36	33.64	28.13
2	32.43	33.96	28.35	25.53	36.36	27.27	26.28	28.80	31.30	36.36	30.77	32.43	26.47	29.03
3	29.27	27.07	36.36	26.47	28.35	26.47	36.73	25.00	29.03	25.00	38.30	34.95	36.73	29.51
4	25.90	27.07	31.86	28.80	34.29	30.77	31.30	31.03	34.95	31.58	34.62	31.58	35.64	33.03
5	28.57	27.48	31.30	30.77	37.89	28.80	26.67	29.27	30.51	25.53	31.86	31.86	32.43	25.17
6	28.35	33.96	33.03	31.86	35.29	31.03	25.35	29.27	34.29	37.50	37.89	27.48	28.80	26.67
7	36.36	30.77	25.53	31.86	33.33	31.58	37.50	26.09	36.36	25.35	24.83	28.80	26.67	33.03
8	35.29	31.86	31.58	30.51	38.30	25.53	29.03	38.71	34.95	27.07	28.35	25.90	33.33	25.35
9	26.47	33.33	36.36	25.35	32.14	26.87	34.95	25.35	37.50	27.91	36.73	27.07	34.95	29.75
10	27.91	37.89	30.51	26.67	29.75	30.25	30.25	27.48	36.73	26.28	27.27	35.29	29.03	36.36
Media	29.98	31.90	31.37	28.39	33.70	29.57	30.86	29.03	33.31	29.82	31.67	31.17	31.77	29.60
Media Par.	30.94		29.88		31.64		29.94		31.57		31.42		30.69	
Media	30.87													

Estudio de Velocidad de aproximación - Intersección 3

TIEMPO EN SEGUNDOS, AV. PRÓCERES, DISTANCIA = 100m														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1	11.8	8.8	12.3	11.1	12.1	9.6	10.3	11.3	11.7	9.6	10.9	11.0	12.3	10.2
2	10.4	13.1	10.0	10.9	11.7	12.3	12.3	9.5	13.5	12.6	11.0	10.5	10.9	10.6
3	11.2	12.5	10.4	10.6	10.4	13.3	12.6	13.0	10.5	12.4	12.0	9.6	12.4	11.6
4	12.9	9.5	11.1	10.5	10.3	11.3	10.3	12.0	11.5	13.4	12.0	11.2	10.7	9.5
5	10.9	13.2	10.8	9.8	12.0	11.7	10.2	10.5	12.0	11.3	12.1	13.1	10.8	11.3
6	11.7	10.4	12.3	10.6	12.7	10.5	9.8	9.9	11.2	9.7	10.3	12.0	10.0	12.0
7	9.9	13.6	11.0	10.0	12.1	12.1	13.4	11.6	11.2	11.0	10.7	9.4	12.7	10.0
8	10.4	9.2	12.0	13.3	10.8	12.6	13.2	10.8	9.9	11.8	13.6	10.4	12.9	13.1
9	13.1	11.4	9.7	11.3	12.7	11.4	13.7	14.8	15.4	10.7	16.4	11.4	10.8	14.7
10	13.6	11.9	11.0	10.9	12.6	10.8	12.3	16.3	13.2	14.8	13.3	16.3	14.3	11.4
Media	11.575	11.33	11.05	10.87	11.71	11.54	11.785	11.945	12.005	11.71	12.21	11.475	11.765	11.425
MediaPar	11.45		10.96		11.63		11.87		11.86		11.84		11.60	
Media	11.60													

VELOCIDAD EN KM/H, AV. PRÓCERES														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	30.64	40.91	29.27	32.58	29.88	37.50	35.12	32.00	30.77	37.70	33.03	32.88	29.39	35.29
2	34.62	27.59	36.18	33.18	30.90	29.39	29.27	38.10	26.67	28.69	32.73	34.29	33.03	33.96
3	32.14	28.92	34.62	33.96	34.78	27.07	28.57	27.69	34.45	29.03	30.13	37.50	29.03	31.03
4	27.91	38.10	32.43	34.29	34.95	32.00	34.95	30.00	31.30	26.97	30.00	32.14	33.80	38.10
5	33.18	27.27	33.33	36.73	30.13	30.77	35.47	34.29	30.00	32.00	29.88	27.48	33.33	32.00
6	30.77	34.78	29.27	34.12	28.46	34.45	36.92	36.55	32.14	37.11	35.12	30.13	36.00	30.00
7	36.55	26.57	32.88	36.18	29.75	29.75	26.87	31.17	32.14	32.73	33.80	38.30	28.35	36.18
8	34.62	39.13	30.00	27.07	33.33	28.69	27.38	33.49	36.36	30.51	26.47	34.78	28.02	27.48
9	27.48	31.72	37.11	32.00	28.46	31.58	26.37	24.32	23.38	33.64	21.95	31.58	33.33	24.49
10	26.47	30.25	32.73	33.18	28.57	33.33	29.27	22.09	27.27	24.32	27.07	22.09	25.17	31.58
Media	31.44	32.52	32.78	33.33	30.92	31.45	31.02	30.97	30.45	31.27	30.02	32.12	30.95	32.01
Media Par.	31.98		33.06		31.19		30.99		30.86		31.07		31.48	
Media	31.52													

Estudio de Velocidad de aproximación - Intersección 6

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO, DISTANCIA = 100m														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1	7.9	8.2	8.7	11.2	10.1	9.2	9.8	8.8	7.6	10.8	11.1	9.9	8.6	7.2
2	8.8	10.6	9.9	8.4	10.4	7.8	8.6	11.1	10.1	8.2	7.6	9.4	10.9	9.3
3	10.4	11.3	8.3	9.7	9.9	8.2	7.1	11.1	8.9	9.2	8.8	8.7	10.1	9.5
4	9.8	10.1	7.2	8.7	10.9	9.1	8.8	10.7	11.2	9.6	7.9	11.3	8.3	10.3
5	8.9	9.7	10.8	8.2	11.3	10.4	9.4	9.9	8.8	10.7	7.8	10.1	7.3	8.7
6	10.6	9.5	11.4	7.9	10.4	8.4	10.5	8.5	9.6	9.8	11.1	7.6	8.8	10.9
7	9.4	8.4	7.4	10.8	11.2	9.3	8.3	10.3	10.1	8.9	7.7	9.8	11.2	10.6
8	7.9	8.2	8.7	11.2	10.1	9.2	9.8	8.8	7.6	10.8	11.1	9.9	8.6	7.2
9	8.8	10.6	9.9	8.4	10.4	7.8	8.6	11.1	10.1	8.2	7.6	9.4	10.9	9.3
10	10.4	11.3	8.3	9.7	9.9	8.2	7.1	11.1	8.9	9.2	8.8	8.7	10.1	9.5
Media	9.29	9.79	9.06	9.42	10.46	8.76	8.8	10.14	9.29	9.54	8.95	9.48	9.48	9.25
MediaPar	9.54		9.24		9.61		9.47		9.42		9.22		9.37	
Media	9.41													

VELOCIDAD EN KM/H, JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	45.57	43.90	41.38	32.14	35.64	39.13	36.73	40.91	47.37	33.33	32.43	36.36	41.86	50.00
2	40.91	33.96	36.36	42.86	34.62	46.15	41.86	32.43	35.64	43.90	47.37	38.30	33.03	38.71
3	34.62	31.86	43.37	37.11	36.36	43.90	50.70	32.43	40.45	39.13	40.91	41.38	35.64	37.89
4	36.73	35.64	50.00	41.38	33.03	39.56	40.91	33.64	32.14	37.50	45.57	31.86	43.37	34.95
5	40.45	37.11	33.33	43.90	31.86	34.62	38.30	36.36	40.91	33.64	46.15	35.64	49.32	41.38
6	33.96	37.89	31.58	45.57	34.62	42.86	34.29	42.35	37.50	36.73	32.43	47.37	40.91	33.03
7	38.30	42.86	48.65	33.33	32.14	38.71	43.37	34.95	35.64	40.45	46.75	36.73	32.14	33.96
8	45.57	43.90	41.38	32.14	35.64	39.13	36.73	40.91	47.37	33.33	32.43	36.36	41.86	50.00
9	40.91	33.96	36.36	42.86	34.62	46.15	41.86	32.43	35.64	43.90	47.37	38.30	33.03	38.71
10	34.62	31.86	43.37	37.11	36.36	43.90	50.70	32.43	40.45	39.13	40.91	41.38	35.64	37.89
Media	39.16	37.30	40.58	38.84	34.49	41.41	41.55	35.89	39.31	38.11	41.23	38.37	38.68	39.65
Media Par.	38.23		39.71		37.95		38.72		38.71		39.80		39.17	
Media	38.90													

Estudio de Velocidad de aproximación - Intersección 8

TIEMPO EN SEGUNDOS, AV.9 DE DICIEMBRE, DISTANCIA = 100m														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1	10.0	10.7	11.1	10.0	10.7	10.0	10.3	10.8	10.5	12.2	10.9	11.7	9.3	10.5
2	8.9	11.3	11.8	12.7	10.1	11.2	9.7	9.5	8.8	9.3	10.6	11.0	12.0	11.3
3	12.3	12.0	9.7	10.8	11.1	10.5	10.8	11.0	9.8	9.8	12.6	11.1	8.7	11.0
4	9.1	10.5	10.6	11.5	11.3	9.4	9.3	12.4	11.2	11.6	12.0	9.0	9.0	10.2
5	11.3	11.5	9.6	11.6	12.1	10.6	10.7	10.9	11.8	9.3	9.9	10.5	11.3	10.5
6	9.8	10.7	10.5	11.9	11.8	9.4	8.7	9.4	11.9	12.3	9.3	11.8	12.2	12.6
7	10.4	10.6	11.3	9.9	9.4	10.2	11.4	9.7	10.2	11.7	11.5	10.5	9.8	10.1
8	10.8	11.6	11.2	9.7	11.4	9.8	10.5	9.8	11.1	11.2	9.8	12.3	10.9	11.5
9	10.2	10.2	11.9	12.6	10.1	11.2	10.3	10.0	9.7	9.5	10.5	11.6	10.0	10.9
10	12.6	10.6	9.1	9.9	10.9	11.7	12.0	10.7	10.5	9.4	11.0	12.5	10.4	11.4
Media	10.51	10.955	10.645	11.04	10.86	10.38	10.345	10.39	10.525	10.61	10.8	11.18	10.345	10.97
MediaPar	10.73		10.84		10.62		10.37		10.57		10.99		10.66	
Media	10.68													

VELOCIDAD EN KM/H, AV.9 DE DICIEMBRE														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	36.18	33.64	32.43	36.18	33.64	36.18	34.95	33.33	34.29	29.51	33.18	30.90	38.71	34.45
2	40.45	31.86	30.64	28.46	35.82	32.14	37.11	38.10	40.91	38.92	33.96	32.73	30.00	32.00
3	29.39	30.00	37.11	33.33	32.43	34.29	33.49	32.73	36.73	36.92	28.57	32.58	41.38	32.88
4	39.56	34.45	34.12	31.30	32.00	38.30	38.92	29.15	32.29	31.03	30.00	40.00	40.00	35.29
5	32.00	31.44	37.70	31.03	29.88	33.96	33.64	33.03	30.64	38.71	36.36	34.29	31.86	34.29
6	36.92	33.80	34.45	30.25	30.51	38.50	41.62	38.50	30.25	29.27	38.71	30.51	29.51	28.69
7	34.62	33.96	31.86	36.55	38.50	35.47	31.58	37.31	35.29	30.77	31.30	34.29	36.92	35.64
8	33.33	31.03	32.29	37.11	31.72	36.92	34.45	36.92	32.58	32.29	36.73	29.39	33.18	31.44
9	35.47	35.29	30.38	28.69	35.82	32.14	35.12	36.00	37.31	38.10	34.29	31.17	36.00	33.18
10	28.69	33.96	39.78	36.36	33.03	30.77	30.00	33.80	34.45	38.30	32.88	28.80	34.78	31.58
Media	34.66	32.95	34.08	32.93	33.34	34.87	35.09	34.89	34.47	34.38	33.60	32.46	35.23	32.94
Media Par.	33.80		33.50		34.10		34.99		34.43		33.03		34.09	
Media	33.99													

Estudio de Velocidad de aproximación - Intersección 9

TIEMPO EN SEGUNDOS, AV. MARISCAL CASTILLA, DISTANCIA = 100m														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S								
1	10.5	12.6	13.7	9.5	11.5	10.8	12.7	11.2	10.4	13.2	9.7	12.2	10.3	12.2
2	9.4	11.7	12.3	14	11.8	10.7	9.5	9.8	9.7	9.8	10.6	14.2	13.6	10.5
3	13.1	12.9	10.3	9.9	11.2	12.3	12.8	11.4	11.8	10.1	14	13.3	9.6	12
4	9.9	12.1	10.7	13.1	13.4	10.9	9.8	14.1	11.1	11.2	12.4	9.7	10.2	12.8
5	11.3	11.6	9.9	11.5	14.2	13.6	10.5	10.6	12.9	9.7	11.1	13.2	12.2	10.2
6	10.9	12.6	10.3	11.8	12.5	10.4	9.4	10.2	12.4	13.5	9.5	11.9	13.4	14.1
7	12.5	9.5	11.5	11.4	11.1	9.1	14	9.9	12.2	13	13.1	11.9	11.6	9.3
8	10.5	12.6	13.7	9.5	11.5	10.8	12.7	11.2	10.4	13.2	12	14.1	10.3	13.8
9	9.4	11.7	12.3	14	11.8	10.7	9.5	12.1	11.5	9.8	10.6	13.2	12.4	10.5
10	13.1	12.9	10.3	9.9	11.2	12.3	12.8	10	11.8	10.1	14	13.3	9.6	13
Media	11.06	12.02	11.5	11.46	12.02	11.16	11.37	11.05	11.42	11.36	11.7	12.7	11.32	11.84
MediaPar	11.54		11.48		11.59		11.21		11.39		12.20		11.58	
Media	11.57													

VELOCIDAD EN KM/H, JR. PEDRO PERALTA														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	34.29	28.57	26.28	37.89	31.30	33.33	28.35	32.14	34.62	27.27	37.11	29.51	34.95	29.51
2	38.30	30.77	29.27	25.71	30.51	33.64	37.89	36.73	37.11	36.73	33.96	25.35	26.47	34.29
3	27.48	27.91	34.95	36.36	32.14	29.27	28.13	31.58	30.51	35.64	25.71	27.07	37.50	30.00
4	36.36	29.75	33.64	27.48	26.87	33.03	36.73	25.53	32.43	32.14	29.03	37.11	35.29	28.13
5	31.86	31.03	36.36	31.30	25.35	26.47	34.29	33.96	27.91	37.11	32.43	27.27	29.51	35.29
6	33.03	28.57	34.95	30.51	28.80	34.62	38.30	35.29	29.03	26.67	37.89	30.25	26.87	25.53
7	28.80	37.89	31.30	31.58	32.43	39.56	25.71	36.36	29.51	27.69	27.48	30.25	31.03	38.71
8	34.29	28.57	26.28	37.89	31.30	33.33	28.35	32.14	34.62	27.27	30.00	25.53	34.95	26.09
9	38.30	30.77	29.27	25.71	30.51	33.64	37.89	29.75	31.30	36.73	33.96	27.27	29.03	34.29
10	27.48	27.91	34.95	36.36	32.14	29.27	28.13	36.00	30.51	35.64	25.71	27.07	37.50	27.69
Media	33.02	30.17	31.73	32.08	30.14	32.62	32.38	32.95	31.75	32.29	31.33	28.67	32.31	30.95
Media Par.	31.60		31.90		31.38		32.66		32.02		30.00		31.63	
Media	31.60													

Estudio de Velocidad de aproximación - Intersección 10

TIEMPO EN SEGUNDOS, JR. RICARDO PALMA, DISTANCIA = 100m														
Registro	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S												
1	13	11.9	12.6	11.2	10.8	12.1	12.2	10.7	11.4	9.8	12.4	11.1	9.9	10.4
2	11.4	12.2	10.6	12.3	10.9	10.5	12.5	11.5	10.6	11.9	12.2	10.8	13.1	11.7
3	11.9	12.6	11.8	10.6	11.5	13.3	9.5	13.5	13.4	12.4	11.8	9.9	10.3	11.3
4	9.9	12.3	10.6	10.7	10.4	13.4	12.6	11.1	10.6	12.1	11.6	11.3	12.8	10.6
5	12.4	10.4	9.4	13.5	13.1	13.2	11.8	9.9	12.2	12.7	10.5	10.8	12.1	10.1
6	10.6	11.3	11.3	11.7	11.1	10.8	10.3	12.3	11.2	9.9	11.8	11.7	12.6	9.8
7	12.9	10.7	13.1	12.4	10.6	9.7	9.3	12	10.6	11.1	10.4	12.4	13.1	10.3
8	2.7	12.1	9.9	11.8	10.7	10.6	13	9.6	12.3	12.6	11.4	10.8	12.5	12.5
9	10.3	12.4	10.7	11.2	9.9	11.8	10.7	13.4	11.1	12.1	11.7	10.6	11.2	12.8
10	9.9	13.2	13.2	12.3	12.1	12.9	9.9	11.8	10.7	12.8	10.1	9.9	12.7	11.3
Media	10.5	11.91	11.32	11.77	11.11	11.83	11.18	11.58	11.41	11.74	11.39	10.93	12.03	11.08
MediaPar	11.21		11.55		11.47		11.38		11.58		11.16		11.56	
Media	11.41													

VELOCIDAD EN KM/H, JR. RICARDO PALMA														
Regio	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1	27.69	30.25	28.57	32.14	33.33	29.75	29.51	33.64	31.58	36.73	29.03	32.43	36.36	34.62
2	31.58	29.51	33.96	29.27	33.03	34.29	28.80	31.30	33.96	30.25	29.51	33.33	27.48	30.77
3	30.25	28.57	30.51	33.96	31.30	27.07	37.89	26.67	26.87	29.03	30.51	36.36	34.95	31.86
4	36.36	29.27	33.96	33.64	34.62	26.87	28.57	32.43	33.96	29.75	31.03	31.86	28.13	33.96
5	29.03	34.62	38.30	26.67	27.48	27.27	30.51	36.36	29.51	28.35	34.29	33.33	29.75	35.64
6	33.96	31.86	31.86	30.77	32.43	33.33	34.95	29.27	32.14	36.36	30.51	30.77	28.57	36.73
7	27.91	33.64	27.48	29.03	33.96	37.11	38.71	30.00	33.96	32.43	34.62	29.03	27.48	34.95
8	133.33	29.75	36.36	30.51	33.64	33.96	27.69	37.50	29.27	28.57	31.58	33.33	28.80	28.80
9	34.95	29.03	33.64	32.14	36.36	30.51	33.64	26.87	32.43	29.75	30.77	33.96	32.14	28.13
10	36.36	27.27	27.27	29.27	29.75	27.91	36.36	30.51	33.64	28.13	35.64	36.36	28.35	31.86
Media	42.14	30.38	32.19	30.74	32.59	30.81	32.66	31.46	31.73	30.94	31.75	33.08	30.20	32.73
Media Par.	36.26		31.47		31.70		32.06		31.33		32.41		31.47	
Media	32.39													

Anexo_08 Solicitud y fichas de Juicio de expertos

SOLICITUD

Huancayo, Perú

1_ de julio de 2023

Estimado Ingeniero(a):

Augusto García Corzo

Por medio de la presente yo me dirijo a usted como Jorge Gutiérrez Pérez, egresado de la facultad de ingeniería civil de la universidad Peruana los Andes para solicitar respetuosamente su evaluación como experto en el área de Transporte, para mi tesis titulada "ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL".

He realizado una exhaustiva investigación y recopilación de datos en el campo del congestionamiento y los tiempos de retraso, indicando los instrumentos que las miden y creo firmemente que su experiencia y conocimientos serían invaluable para la evaluación de mi trabajo. Su perspectiva como experto sería de gran ayuda para dar confianza en el análisis y fortalecer los argumentos presentados en mi tesis.

Agradezco de antemano su disposición para revisar mi trabajo y estoy seguro que su evaluación objetiva contribuirá significativamente al desarrollo de mi investigación.

Atentamente



Bach. GUTIERREZ PEREZ, Jorge Wilmer

Huancayo, Perú

04 de agosto de 2023

Estimado Ingeniero(a):

Ricardo Alfredo Guerra Coronel

Por medio de la presente yo me dirijo a usted como Jorge Gutiérrez Pérez, egresado de la facultad de ingeniería civil de la universidad Peruana los Andes para solicitar respetuosamente su evaluación como experto en el área de Transporte, para mi tesis titulada "ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL".

He realizado una exhaustiva investigación y recopilación de datos en el campo del congestionamiento y los tiempos de retraso, indicando los instrumentos que las miden y creo firmemente que su experiencia y conocimientos serían invaluable para la evaluación de mi trabajo. Su perspectiva como experto sería de gran ayuda para dar confianza en el análisis y fortalecer los argumentos presentados en mi tesis.

Agradezco de antemano su disposición para revisar mi trabajo y estoy seguro que su evaluación objetiva contribuirá significativamente al desarrollo de mi investigación.

Atentamente



Bach. GUTIERREZ PEREZ, Jorge Wilmer

Huancayo, Perú
25 de julio de 2023

Estimado Ingeniero(a):

Vladimir Leo Arce Reway

Por medio de la presente yo me dirijo a usted como Jorge Gutiérrez Pérez, egresado de la facultad de ingeniería civil de la universidad Peruana los Andes para solicitar respetuosamente su evaluación como experto en el área de Transporte, para mi tesis titulada "ANALISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL".

He realizado una exhaustiva investigación y recopilación de datos en el campo del congestionamiento y los tiempos de retraso, indicando los instrumentos que las miden y creo firmemente que su experiencia y conocimientos serían invaluable para la evaluación de mi trabajo. Su perspectiva como experto sería de gran ayuda para dar confianza en el análisis y fortalecer los argumentos presentados en mi tesis.

Agradezco de antemano su disposición para revisar mi trabajo y estoy seguro que su evaluación objetiva contribuirá significativamente al desarrollo de mi investigación.

Atentamente



Bach. GUTIERREZ PEREZ, Jorge Wilmer

Huancayo, Perú
28 de julio de 2023

Estimado Ingeniero(a):

Gean Ponce Espinosa

Por medio de la presente yo me dirijo a usted como Jorge Gutiérrez Pérez, egresado de la facultad de ingeniería civil de la universidad Peruana los Andes para solicitar respetuosamente su evaluación como experto en el área de Transporte, para mi tesis titulada "ANALISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR Y LOS TIEMPOS DE RETRASO EN LA CALLE REAL".

He realizado una exhaustiva investigación y recopilación de datos en el campo del congestionamiento y los tiempos de retraso, indicando los instrumentos que las miden y creo firmemente que su experiencia y conocimientos serían invaluable para la evaluación de mi trabajo. Su perspectiva como experto sería de gran ayuda para dar confianza en el análisis y fortalecer los argumentos presentados en mi tesis.

Agradezco de antemano su disposición para revisar mi trabajo y estoy seguro que su evaluación objetiva contribuirá significativamente al desarrollo de mi investigación.

Atentamente

Bach. GUTIERREZ PEREZ, Jorge Wilmer

2.2. INSTRUMENTO 2, Ficha de velocidades de los vehículos

TIEMPO EN SEGUNDOS														
INTERSECCION:				JR. PEDRO PERALTA Y CALLE REAL										
FECHA:														
N°	L		M		Mi		J		V		S		D	
	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Media														
Media Par.														
Media														

2.3. INSTRUMENTO 3, Ficha de aspectos geométricos de la vía

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA		
INTERSECCION	SENTIDO	
SENTIDO	S-N	N-S
TIPO DE CARRETERA		
ANCHO DE ACERA		
DISTRIBUCION POR CARRIL		
PENDIENTE		
ANCHO DE CARRIL		
COMPOSICION DEL TRAFICO		
Ligeros		
Camiones		
Buses		

2.4. INSTRUMENTO 4, Ficha de aforo vehicular en HMD

FORMATO DE AFORO VEHICULAR

INTERSECCION:																									
FECHA:																									
HORA	MOTO			AUTO			S.W.			CAMIONETA PICK UP			COMBI			MICRO			CAMION			OMNIBUS			
	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	IZQ.	C	DER.	
SEMISUMA																									
SUB TOTAL																									
TOTAL																									

2.5. INSTRUMENTO 5, Intervalos en las intersecciones semaforizadas (Tiempo fijo en segundos).

TIEMPO DE VERDE ROJO Y AMBAR EN LAS INTERSECCIONES			
Sentido:	Intersección:		
LUZ	Intervalos de observaciones (segundos)		
	INTERSECCION 1	INTERSECCION 2	INTERSECCION 3
ROJO			
VERDE			
AMBAR			
TOTAL			

2.6. INSTRUMENTO 6, Demoras por cola en las intersecciones

TIEMPO DE DEMORAS POR COLA				
Intersección:	Sentido:			
Hora de inicio	Número de vehículos en cola			
	Intervalos de observaciones (segundos)			
	30s	60s	90s	120s
07:00am				
07:02				
07:04				
07:06				
07:08				

07:10				
07:12				
07:14				
07:16				
07:18				
07:20				
07:22				
07:24				
07:26				
07:28				
07:30				
07:32				
07:34				
07:36				
07:38				
07:40				
07:42				
07:44				
07:46				
07:48				
07:50				
07:52				
07:54				
07:56				
07:58				
08:00				
TOTAL				

2.7. INSTRUMENTO 7, Demoras en cambio de luces en la intersección semaforizada (verde ámbar y rojo)

DEMORA EN CAMBIO DE LUCES POR CICLO					
Sentido:	Intersección:				
ciclo	Intervalos de observaciones (segundos)				
	N° Vehículos	verde	rojo	ámbar	TOTAL (seg)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
TOTAL					



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Formato de Validación por expertos

TESISTA: Jorge Wilmer Gutiérrez Pérez

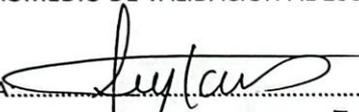
TESIS: Análisis del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real

AÑO: 2023

III. OPINION DEL EXPERTO:

Debe de incluir formato de demora
en cambio de luces.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN AL 100% :

FIRMA: 

NOMBRE: Augusto García Corzo

DNI: 20103143



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Formato de Validación por expertos

TESISTA: Jorge Wilmer Gutiérrez Pérez

TESIS: Análisis del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real

AÑO: 2023

III. OPINION DEL EXPERTO:

.....
.....
.....
.....

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN AL 100%: 95%

FIRMA: 

NOMBRE: Ricardo Alfredo Guerra Coronel

DNI: 42747189


RICARDO ALFREDO GUERRA CORONEL
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 120699



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Formato de Validación por expertos

TESISTA: Jorge Wilmer Gutiérrez Pérez

TESIS: Análisis del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real

AÑO: 2023

III. OPINION DEL EXPERTO:

.....
.....
.....
.....

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN AL 100%: 95%

FIRMA: 

NOMBRE: Vladimir Leo Arce Recay

DNI: 20115953



VLADIMIR LEO ARCE RECAY
INGENIERO CIVIL
CIP N° 70696

	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES Formato de Validación por expertos
	TESIS: Jorge Wilmer Gutiérrez Pérez
	TESIS: Análisis del congestionamiento vehicular y los tiempos de retraso en la calle Real
	AÑO: 2023

III. OPINION DEL EXPERTO:

.....

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN AL 100%: 96%

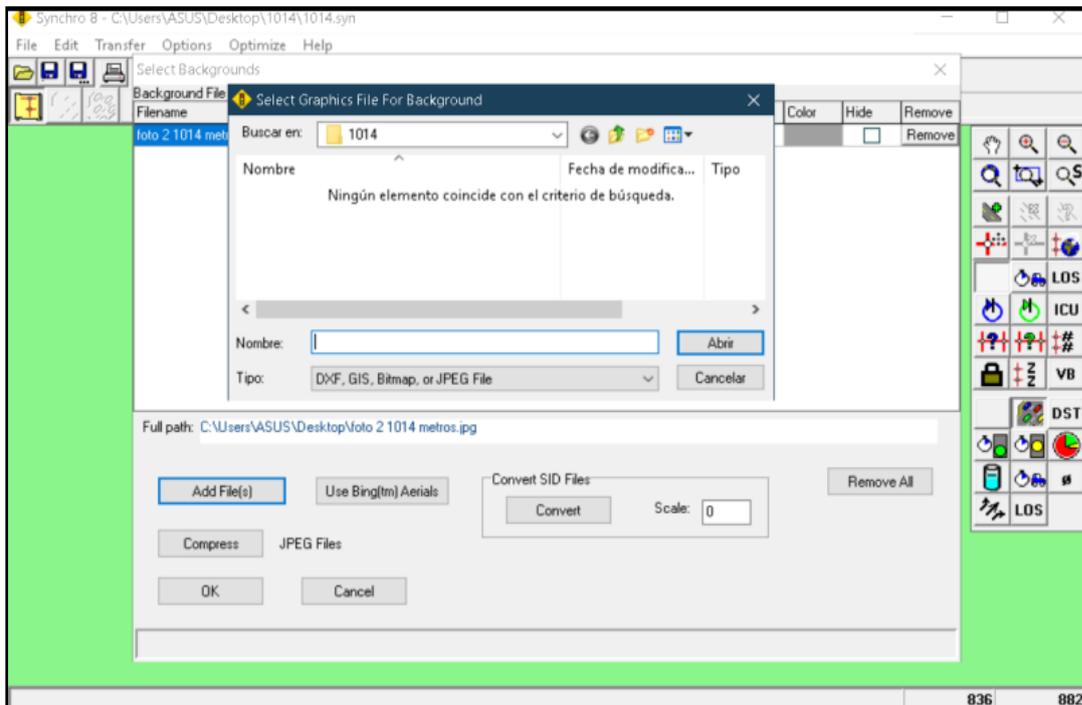
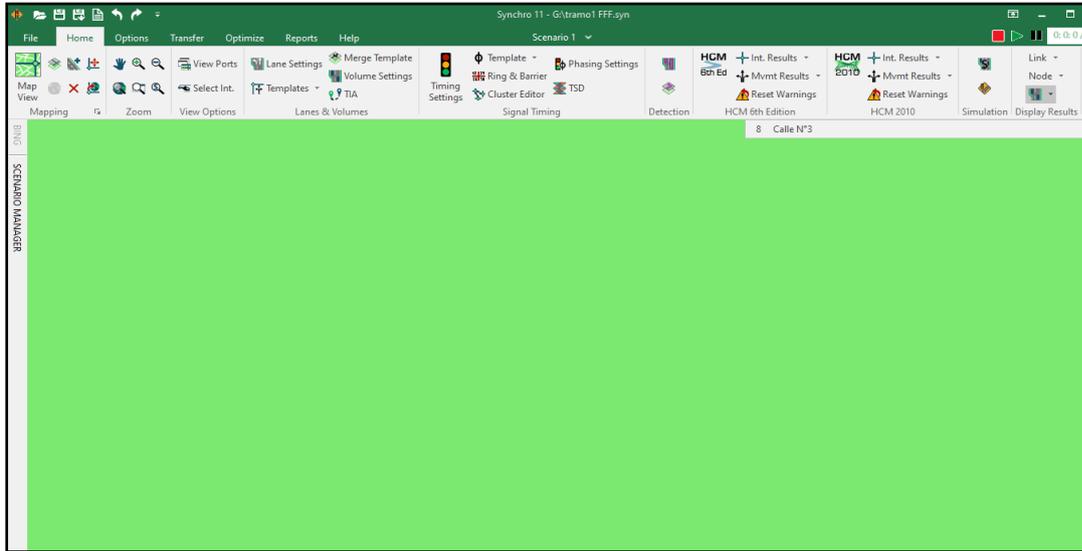
FIRMA: 
 NOMBRE: Gean Kewin Ponce Espíritu
 DNI: 46493901



 Gean K. Ponce Espiritu
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 168391

Anexo_09 Optimización con software Synchro 10.0

PROCESAMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL CON SYNCHRO

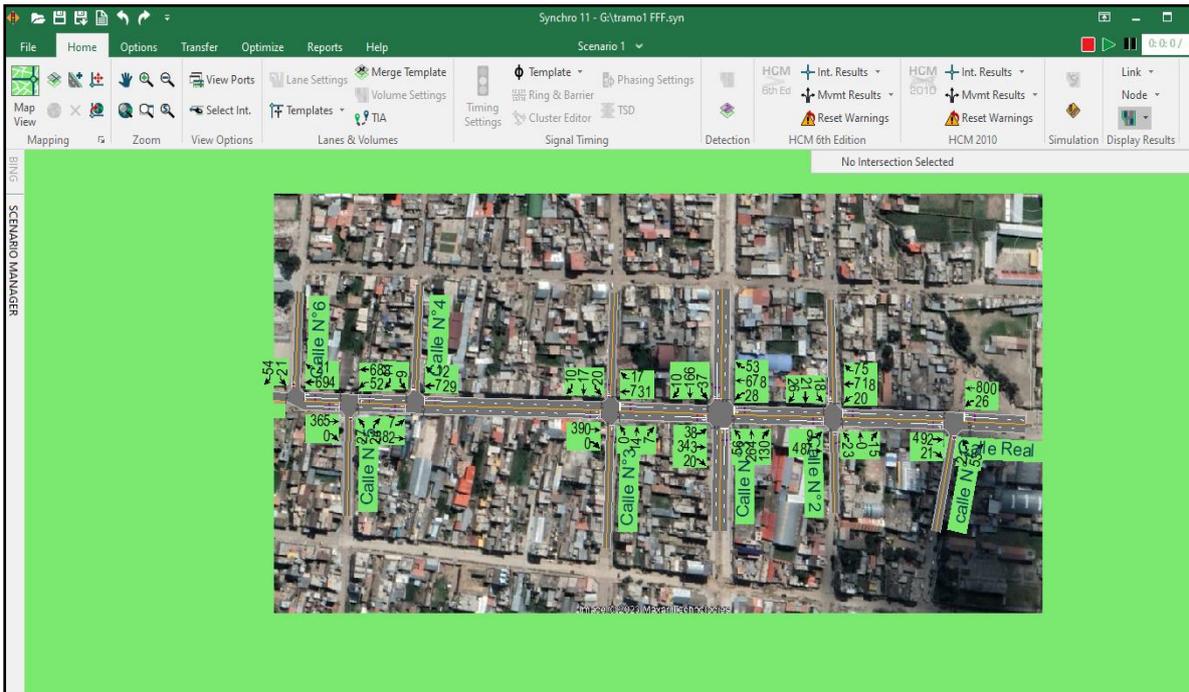


Synchro 11 - G:\tramo2gg.syn

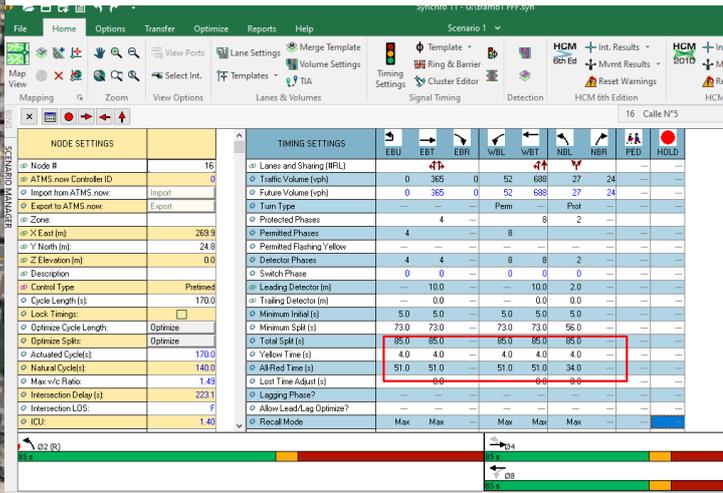
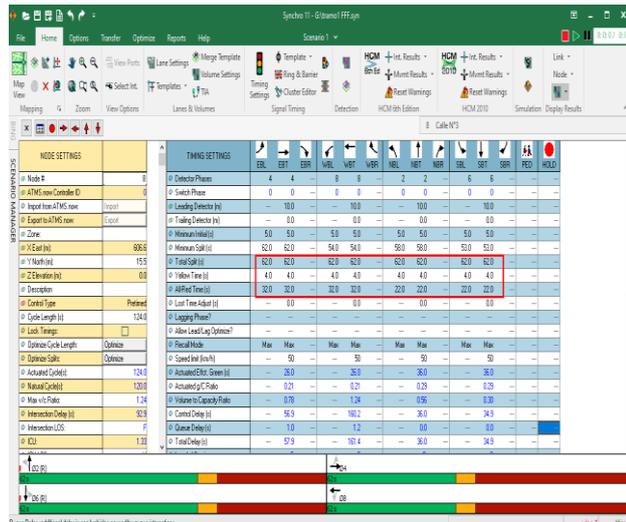
Scenario 1

LANE SETTINGS

	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (IRL)		↑↑			↑↑			↑			↑	
Traffic Volume (vph)	11	320	71	0	1001	93	0	9	45	53	19	10
Future Volume (vph)	11	320	71	0	1001	93	0	9	45	53	19	10
Street Name												
Link Distance (m)	115.5			82.0			90.8			91.9		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	8.3			5.9			6.5			6.6		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD												
Storage Length (m)	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor		0.974			0.987			0.888			1.000	
Left Turn Factor (prot)		0.989			1.000			1.000			0.950	
Saturated Flow Rate (prot)		3444			3493			1654			1770	
Left Turn Factor (perm)		0.699			1.000			1.000			0.950	
Right Ped Bike Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Left Ped Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (perm)		2410			3493			1654			1770	
Right Turn on Red?			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>



ANALISIS SEMAFORICO PARA LAS INTERSECCIONES DE LA CALLE REAL



Synchro 11 - G:\tramo2\FFF.syn

Scenario 1

Help Merge Template Volume Settings TIA Lanes & Volumes Timing Settings Template Ring & Barrier Cluster Editor Signal Timing Phasing Settings TSD Detection HCM 6th Edition

32
44
51
16
995
6

Synchro 11 - G:\tramo2\FFF.syn

File Home Options Transfer Optimize Reports Help Scenario 1

Map View Mapping Zoom View Options Lanes & Volumes Timing Settings Signal Timing Detection HCM 6th Edition HCM 2010 Simulation Display Results

NODE SETTINGS	TIMING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	
Node #	7												
ATMS now Controller ID	0												
Input from ATMS now	Input												
Export to ATMS now	Export												
Zone	-												
X East (m)	234.5												
Y North (m)	72.8												
Z Elevation (m)	0.0												
Description	-												
Control Type	Pretimed												
Cycle Length (s)	132.0												
Lock Timings	<input type="checkbox"/>												
Optimize Cycle Length	Optimize												
Optimize Split	Optimize												
Actuated Cycles	132.0												
Natural Cycles	130.0												
Max v/c Ratio	1.87												
Intersection Delay (s)	311.1												
Intersection LOS	F												
KLU	0.97												
Lanes and Sharing (PRL)	-												
Traffic Volume (vph)	6	351	32	0	995	16	0	0	0	51	44	32	
Future Volume (vph)	6	351	32	0	995	16	0	0	0	51	44	32	
Turn Type	Perm												
Permitted Phases	4	-		-		8	-		2	-		6	
Permitted Phasing Yellow	-												
Detector Phases	4	4	-		8	2	2	-		6	6	-	
Switch Phase	0	0	-		0	0	0	-		0	0	-	
Leading Detector (m)	10.0												
Trailing Detector (m)	0.0												
Minimum Interval (s)	5.0	5.0	-		5.0	5.0	5.0	-		5.0	5.0	-	
Minimum Split (s)	52.0	62.0	-		62.0	48.0	48.0	-		48.0	48.0	-	
Total Split (s)	66.0	66.0	-		66.0	66.0	66.0	-		66.0	66.0	-	
Yellow Time (s)	4.0	4.0	-		4.0	4.0	4.0	-		4.0	4.0	-	
AllRed Time (s)	40.0	40.0	-		40.0	26.0	26.0	-		26.0	26.0	-	
Lost Time Adjust (s)	0.0												
Lagging Phase?	-												
Allow Lead-Lag Optimizer?	-												
Recall Mode	Max	Max	-		Max	Max	Max	-		Max	Max	-	

OPTIMIZACION EN LAS DEMORAS DE LA CALLE REAL

The screenshot shows the 'SCENARIO MANAGER' window with two main panels: 'NODE SETTINGS' and 'TIMING SETTINGS'.

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS	
Node #	11	Traffic Volume (vph)	0
ATMS.now Controller ID	0	Future Volume (vph)	0
Import from ATMS.now:	Import	Turn Type	---
Export to ATMS.now:	Export	Protected Phases	---
Zone:		Permitted Phases	---
X East (m):	506.0	Permitted Flashing Yellow	---
Y North (m):	18.3	Detector Phases	---
Z Elevation (m):	0.0	Switch Phase	---
Description		Leading Detector (m)	10.0
Control Type	Pretimed	Trailing Detector (m)	---
Cycle Length (s):	100.0	Minimum Initial (s)	---
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Minimum Split (s)	5.0
Optimize Cycle Length:	Optimize	Total Split (s)	5.0
Optimize Splits:	Optimize	Yellow Time (s)	---
Actuated Cycle(s):	100.0	All-Red Time (s)	3.0
Natural Cycle(s):	100.0	Lost Time Adjust (s)	---
Max v/c Ratio:	1.15	Lagging Phase?	---

The screenshot shows the 'SCENARIO MANAGER' window for 'Calle N°3'. It displays a detailed timing table with columns for different directions and phases. The 'Total Split (s)' row is highlighted with a red box.

TIMING SETTINGS	EBL		EBT		EBR		WBL		WBT		WBR		NBL		NBT		NBR		SBL		SBT		SBR		FED		HOLD		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	FED	HOLD	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	FED	HOLD	
Permitted Phases	---	---	---	---	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---	6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Permitted Flashing Yellow	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Detector Phases	---	4	---	---	8	---	2	2	---	6	6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Switch Phase	---	0	---	---	0	---	0	0	---	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Leading Detector (m)	---	10.0	---	---	10.0	---	10.0	10.0	---	10.0	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Trailing Detector (m)	---	0.0	---	---	0.0	---	0.0	0.0	---	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Minimum Initial (s)	---	5.0	---	---	5.0	---	5.0	5.0	---	5.0	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Minimum Split (s)	---	56.0	---	---	60.0	---	44.0	44.0	---	44.0	44.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total Split (s)	---	60.0	---	---	60.0	---	60.0	60.0	---	60.0	60.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Yellow Time (s)	---	4.0	---	---	4.0	---	4.0	4.0	---	4.0	4.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
All-Red Time (s)	---	34.0	---	---	34.0	---	21.0	21.0	---	21.0	21.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lost Time Adjust (s)	---	0.0	---	---	0.0	---	0.0	0.0	---	0.0	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Lagging Phase?	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Allow Lead/Lag Optimize?	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Recall Mode	---	Max	---	---	Max	---	Max	Max	---	Max	Max	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Speed limit (km/h)	---	50	---	---	50	---	50	50	---	50	50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Actuated Effct. Green (s)	---	22.0	---	---	22.0	---	35.0	35.0	---	35.0	35.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Actuated g/C Ratio	---	0.18	---	---	0.18	---	0.29	0.29	---	0.29	0.29	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Volume to Capacity Ratio	---	0.65	---	---	1.25	---	0.04	0.11	---	0.11	0.11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Control Delay (s)	---	50.9	---	---	167.7	---	23.1	31.0	---	31.0	31.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

Synchro 11 - G:\tramo1 FFF.syn

File Home Options Transfer Optimize Reports Help Scenario 1

Map View View Ports Lane Settings Merge Template Template Ring & Barrier HCM 6th Ed Int. Results HCM 2010 Int. Results

Mapping Zoom View Options Lanes & Volumes Signal Timing Detection HCM 6th Edition HCM 2010

16 Calle N°5

SCENARIO MANAGER

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS										
		EBU	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR	PED	HOLD		
Node #	16											
ATMS.now Controller ID	0											
Import from ATMS.now	Import											
Export to ATMS.now	Export											
Zone:												
X East (m)	269.9											
Y North (m)	24.8											
Z Elevation (m)	0.0											
Description												
Control Type	Pretimed											
Cycle Length (s)	174.0											
Lock Timings	<input type="checkbox"/>											
Optimize Cycle Length	Optimize											
Optimize Splits	Optimize											
Actuated Cycle(s)	174.0											
Natural Cycle(s)	150.0											
Max v/c Ratio	1.34											
Intersection Delay (s)	185.6											
Intersection LOS	F											
ICU	1.54											
		Lanes and Sharing (#RL)	EBU		WBL		NBL		PED		HOLD	
		Traffic Volume (vph)	0	365	0	52	688	27	24			
		Future Volume (vph)	0	365	0	52	688	27	24			
		Turn Type	Perm		Prot							
		Protected Phases	4		8		2					
		Permitted Phases	4		8							
		Permitted Flashing Yellow										
		Detector Phases	4	4	8	8	2					
		Switch Phase	0	0	0	0	0					
		Leading Detector (m)	10.0		10.0		2.0					
		Trailing Detector (m)	0.0		0.0		0.0					
		Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0					
		Minimum Split (s)	73.0	73.0	73.0	73.0	74.0					
		Total Split (s)	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0					
		Yellow Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0					
		All-Red Time (s)	49.0	49.0	49.0	49.0	52.0					
		Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0		0.0					
		Lagging Phase?										
		Allow Lead/Lag Optimize?										
		Recall Mode	Max	Max	Max	Max	Max					

02 (R) 37 s 04 37 s 08 37 s

All-Red time for phase(s). (0 to 120 s)

Synchro 11 - G:\tramo2FFF.syn

File Home Options Transfer Optimize Reports Help Scenario 1

Map View View Ports Lane Settings Merge Template Template Ring & Barrier HCM 6th Ed Int. Results HCM 2010 Int. Results

Mapping Zoom View Options Lanes & Volumes Signal Timing Detection HCM 6th Edition HCM 2010 Simulation Display Results

7

SCENARIO MANAGER

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS														
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD	
Node #	7															
ATMS.now Controller ID	0															
Import from ATMS.now	Import															
Export to ATMS.now	Export															
Zone:																
X East (m)	234.5															
Y North (m)	73.8															
Z Elevation (m)	0.0															
Description																
Control Type	Pretimed															
Cycle Length (s)	110.0															
Lock Timings	<input type="checkbox"/>															
Optimize Cycle Length	Optimize															
Optimize Splits	Optimize															
Actuated Cycle(s)	110.0															
Natural Cycle(s)	100.0															
Max v/c Ratio	1.18															
Intersection Delay (s)	99.8															
Intersection LOS	F															
ICU	0.81															
		Lanes and Sharing (#RL)	EBL		WBL		NBL		SBL		SBR		PED		HOLD	
		Traffic Volume (vph)	6	351	32	0	995	16	0	0	0	51	44	32		
		Future Volume (vph)	6	351	32	0	995	16	0	0	0	51	44	32		
		Turn Type	Perm		Prot		Perm									
		Protected Phases	4		8		2		6							
		Permitted Phases	4		8		2		6							
		Permitted Flashing Yellow														
		Detector Phases	4	4	8	8	2	2	6	6						
		Switch Phase	0	0	0	0	0	0	0	0						
		Leading Detector (m)	10.0		10.0		10.0		10.0							
		Trailing Detector (m)	0.0		0.0		0.0		0.0							
		Minimum Initial (s)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0						
		Minimum Split (s)	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0						
		Total Split (s)	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0						
		Yellow Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0						
		All-Red Time (s)	22.0	22.0	22.0	22.0	25.0	25.0	25.0	25.0						
		Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0		0.0		0.0							
		Lagging Phase?														
		Allow Lead/Lag Optimize?														
		Recall Mode	Max													

02 (R) 55 s 04 55 s 06 (R) 55 s 08 55 s

All-Red time for phase(s). (0 to 120 s)

Anexo_10 Panel fotográfico



Toma de medidas en la primera intersección del tramo Jr. Pedro Peralta y Calle Real.

Realizando el aforo vehicular para la primera intersección del tramo Jr. Pedro Peralta y Calle Real.





Realizando el aforo vehicular y tiempos semafóricos para la intersección del tramo Av. Proceres y Calle Real.

Toma de medidas en la primera intersección del tramo Av. Proceres y Calle Real.





Realizando el aforo vehicular y tiempos semafóricos para la intersección del tramo Av. 9 de diciembre y Calle Real.

Realizando el aforo vehicular y tiempos semafóricos para la intersección Jr. Ricardo Palma y Calle Real.



