

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Propuesta de medidas de calmado de tráfico y seguridad vial en la intersección Jr. Nemesio raez y Jr. Manuel Fuentes El Tambo – Huancayo

Jose Junior Copelo Cristóbal
Mabel Dobladillo Alejandro

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

PhD. Andrés Sotil Chávez

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor PhD., Andrés Sotil Chávez y al Ingeniero Abel Muñoz Paucarmayta, por el apoyo en el proceso de la presente investigación.

DEDICATORIA

A mis padres, Pepe Copelo Rojas y Nancy Cristóbal Carbajal, por todo el apoyo incondicional. A mis hermanas, Rocío, Giannina y Elisa, por brindarme buenos consejos de vida.

Copelo Cristóbal José Junior

A mi madre, Gladys Norma Alejandro Huanca, y a mi padre, Juan José Dobladillo Clemente, por el afecto, cariño y apoyo que me brindaron en todo momento.

A mis hermanos, Julio y Andrea, por motivarme a ser mejor cada día.

Dobladillo Alejandro Mabel

ÍNDICE

PORTADA.....	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	17
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	17
1.1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.1.2. Formulación del problema	22
1.2. Objetivos	23
1.2.1. Objetivo general	23
1.2.2. Objetivos específicos.....	23
1.3. Justificación e importancia	24
1.3.1. Social.....	24
1.3.2. Económica.....	24
1.4. Hipótesis y descripción de variables	25
1.4.1. Hipótesis General	25
1.4.2. Hipótesis Específicas	25
1.4.3. Variables.....	26
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.2. Bases teóricas.....	31
2.2.1. Medidas de calmado de tráfico	31
2.2.2. Seguridad Vial	33
2.3. Definiciones de términos básicos	33
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	35
3.1. Método y alcance de la investigación	35
3.1.1. Método y tipo de investigación: Científico-Aplicada.....	35
3.1.2. Alcance de la investigación: Descriptivo	36
3.1.3. Enfoque de la investigación: Cuantitativo	36
3.1.4. Diseño de la investigación: No experimental – Cuantitativo Longitudinal.....	36
3.2. Población, muestra y muestreo	37
3.2.1. Población.....	37
3.2.2. Muestra.....	37
3.3. Técnica e instrumentos de investigación	37
3.3.1. Técnicas: Observación directa	37
3.4. Condiciones actuales de las intersecciones estudiadas.....	38
3.5. Técnicas de recolección y análisis de datos	44
3.5.1. Criterios para realizar el conteo vehicular	44
3.5.2. Criterios para evaluar las condiciones geométricas.....	47
3.5.3. Criterios para evaluar el nivel de servicio.....	48
3.5.4. Criterios de velocidad	56
3.5.5. Criterios de seguridad vial	58
3.5.6. Requisitos generales para la instalación de semáforos.....	59
3.5.7. Métodos de calmado de tráfico	63
3.5.8. Software Synchro 7.0	70

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
4.1. Resultados	71
4.1.1. Condición geométrica, velocidad y nivel de servicio.....	71
4.1.2. Efecto del método de calmado de tráfico:.....	94
4.1.3. Efecto del método de calmado de tráfico:.....	109
4.1.4. Efecto del método de calmado de tráfico:.....	117
4.1.5. Probabilidad de gravedad de accidente al aplicar los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril.....	125
4.1.6. Tabla resumen volumen vehicular 2019,2024 y 2029.	126
4.1.7. Tabla resumen del nivel de servicio para los años 2019,2024 y 2029.	126
4.2. Discusión de resultados	130
CONCLUSIONES.....	132
RECOMENDACIONES	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
ANEXOS	138

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tabla formato de conteo.	44
Tabla 2: Niveles de servicio de intersecciones no semaforizadas.....	48
Tabla 3: Niveles de servicio de intersecciones semaforizadas.....	50
Tabla 4: Porcentaje de vehículos pesados intersección I3 (mañana).	52
Tabla 5: Porcentaje de vehículos pesados intersección I3 (Tarde).	53
Tabla 6: NB de intersección I3 de 11.45am - 11.45 am.....	54
Tabla 7: Tabla: NB de intersección I3 de 12.45pm- 01.45 pm.....	54
Tabla 8: Grado lesivo de un atropello en relación a la velocidad de circulación.	57
Tabla 9: Accidentes registrados en la intersección I2 data 2013 - 2018.	58
Tabla 10: Parámetros de Subcondición 1A.....	60
Tabla 11: Parámetros de Subcondición 1B.....	60
Tabla 12: NDS de las intersecciones de estudio mañana y tarde.	92
Tabla 13: Velocidad de la intersección I2	93
Tabla 14: Velocidad de la I2 en la hora con menor afluencia.	93
Tabla 15: Datos escogidos para la evaluación de la condición 1A.....	95
Tabla 16: Resultados para la condición 1A.....	95
Tabla 17: Datos escogidos para la evaluación según Manual de dispositivo de control de tránsito.	97
Tabla 18: Resultados para la condición 1B.....	97
Tabla 19: Resultados para la condición 2	99
Tabla 20: Resultados obtenidos para la condición 3.	100
Tabla 21: Resumen de las condiciones estudiadas.....	100
Tabla 22: Mejora de la seguridad vial al aplicar los métodos de calmado de tráfico.....	126
Tabla 23: Volumen vehicular para las tres intersecciones de estudio con proyecto y sin proyecto.	126
Tabla 24: NDS 2019, 2024, 2029 sin el software.....	127
Tabla 25: NDS 2019, 2024, 2029 sin proyecto con software Synchro.	127
Tabla 26: NDS 2019, 2024, 2029 con semáforo en la I2 con software Synchro.	128
Tabla 27: NDS 2019, 2024, 2029 con estrechamiento de carril en la I2 con software Synchro. ..	128
Tabla 28: NDS 2019, 2024, 2029 con chicana en la I2 con software Synchro.....	129
Tabla 29: NDS 2019, 2024, 2029 para las tres intersecciones con y sin proyecto con el software Synchro.	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rompemuelle mal diseñado	18
Figura 2: Chicana	19
Figura 3: Estrechamiento de carril en la Calle Turmalina - El Tambo – Huancayo	19
Figura 4: : Macro localización de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.....	21
Figura 5: Micro localización de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes	21
Figura 6: Localización de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.....	22
Figura 7 Localización de las intersecciones estudiadas	38
Figura 8: Ciclo de semáforo	39
Figura 9: Intersección I1 vista de oeste a este.....	39
Figura 10: Intersección I1 vista de oeste a este.....	40
Figura 11: Sección de vía Av. Real	40
Figura 12: Sección de vía Jr. Bolognesi.....	40
Figura 13: Intersección I2 vista de este a oeste.....	41
Figura 14: Intersección I2 vista de oeste a este.....	41
Figura 15: Sección de vía Jr. Nemesio Raez	42
Figura 16: Sección de vía Jr. Manuel Fuentes.....	42
Figura 17: Intersección I3 vista de este a oeste.....	43
Figura 18: Intersección I3 vista de oeste a este.....	43
Figura 19: Sección de vía Jr. Santa Isabel.	43
Figura 20: Ubicación de las cámaras de seguridad en la vivienda	45
Figura 21: Vista desde la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes hacia el lugar de la grabación.	45
Figura 22: Vista desde la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes hacia el lugar de la grabación.	46
Figura 23: Vista de la Intersección Jr. Bolognesi con Av. Real hacia el lugar de la grabación con cámara de celular.	46
Figura 24: Unidad coche patrón	47
Figura 25: Condiciones para el factor fp pg: 300.	53
Figura 26: Condiciones para el factor fp pag 360.	55
Figura 27: Zonificación de las intersecciones estudiadas (R6).....	56
Figura 28: Relación entre rango de visión y velocidad.	57
Figura 29: Curvas para condición 2 (Velocidad 60 km/h a más).	61
Figura 30: Curvas para condición 2 (Velocidad 60 km/h a menos)	61
Figura 31: Curvas para condición 3 (Velocidad 60 km/h a más).	62
Figura 32: Curvas para condición 3 (Velocidad 60 km/h a más).	62
Figura 33: Método de calmado de tráfico lomo de toro.	63
Figura 34: Aceras continuas y plataformas.....	65
Figura 35: Estrechamiento de carril Calle 2 de Mayo con Centenario.	66
Figura 36: Tipos de estrechamiento de carril	67
Figura 37: Reducción de carril.	67
Figura 38: Chicana - Desviación de vía Zigzag.	68
Figura 39: Señal de estrechamiento de carril.	69
Figura 40: Intersecciones estudiadas graficadas en el software Synchro 7.0.....	70
Figura 41: Representación esquemática de la geometría de la intersección I1.	71
Figura 42: Representación esquemática de la geometría de la intersección I2.	72
Figura 43: : Representación esquemática de la geometría de la intersección I3.	72
Figura 44: Condiciones geométricas de las tres intersecciones estudiadas.	73
Figura 45: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I1 (Mañana).....	73
Figura 46: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I1 (Tarde).	74

Figura 47: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I2 (Mañana).....	74
Figura 48: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I2 (Tarde).	75
Figura 49: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I3 (Mañana).....	75
Figura 50: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I3 (Tarde).	76
Figura 51: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I1 (Mañana).....	77
Figura 52: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I1 (Tarde).	77
Figura 53: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I2 (Mañana).....	78
Figura 54: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I2 (Tarde).	78
Figura 55: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I3 (Mañana).....	79
Figura 56: : Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I3 (Tarde).	79
Figura 57: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I1 (Mañana).....	80
Figura 58: : Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I1 (Tarde).	80
Figura 59: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I2 (Mañana).....	81
Figura 60: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I2 (Tarde).	81
Figura 61: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I3 (Mañana).....	82
Figura 62: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I3 (Tarde).	82
Figura 63: NDS general y por carril de la intersección I1 (2019 - Mañana).....	83
Figura 64: NDS general y por carril de la intersección I1 (2019 - Tarde).	84
Figura 65: NDS general y por carril de la intersección I2 (2019 - Mañana).....	84
Figura 66: NDS general y por carril de la intersección I2 (2019 - Tarde).	85
Figura 67: NDS general y por carril de la intersección I3 (2019 - Mañana).....	85
Figura 68: NDS general y por carril de la intersección I3 (2019 - Tarde).	86
Figura 69: NDS general y por carril de la intersección I1 (2024 - Mañana).....	86
Figura 70: NDS general y por carril de la intersección I1 (2024 - Tarde).	87
Figura 71: NDS general y por carril de la intersección I2 (2024 - Mañana).....	87
Figura 72: NDS general y por carril de la intersección I2 (2024 - Tarde).	88
Figura 73: NDS general y por carril de la intersección I3 (2024 - Mañana).....	88
Figura 74: NDS general y por carril de la intersección I3 (2024 - Tarde).	89
Figura 75: NDS general y por carril de la intersección I1 (2029 - Mañana).....	89
Figura 76: NDS general y por carril de la intersección I1 (2029 - Tarde).	90
Figura 77: NDS general y por carril de la intersección I2 (2029 - Mañana).....	90
Figura 78: NDS general y por carril de la intersección I2 (2029 - Tarde).	91
Figura 79: NDS general y por carril de la intersección I3 (2029 - Mañana).....	91
Figura 80: NDS general y por carril de la intersección I2 (2029 - Tarde).	92
Figura 81: Dirección de vehículos en la intersección I2.....	94
Figura 82: Dirección de vehículos de la intersección I2.....	96
Figura 83: Elección de curva para la condición 2.	98
Figura 84: Gráfico para combinación de carriles para hora punta.	99

Figura 85: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un semáforo en la intersección I2 del año 2019.....	101
Figura 86: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2024.....	102
Figura 87: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2029.....	102
Figura 88: NDS de la intersección I3 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2019...	103
Figura 89: NDS de la intersección I2 al colocar un semáforo en esta intersección al año 2019...	104
Figura 90: NDS de la intersección I1 al colocar un semáforo en la I2 al año 2019.....	104
Figura 91: NDS de la intersección I3 al colocar un semáforo en la I2 al año 2024.....	105
Figura 92: NDS de la intersección I2 al colocar un semáforo en esta intersección al año 2024...	106
Figura 93: NDS de la intersección I1 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2024...	106
Figura 94: NDS de la intersección I3 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2029...	107
Figura 95: NDS de la intersección I2 al colocar un semáforo en esta intersección al año 2029...	108
Figura 96: NDS de la intersección I1 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2029...	108
Figura 97: Método estrechamiento en la intersección I2.....	109
Figura 98: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un reductor de carril en la intersección I2 del año 2019.....	110
Figura 99: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un reductor de carril en la intersección I2 al año 2024.....	110
Figura 100: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un reductor de carril en la intersección I2 al año 2029.....	111
Figura 101: NDS de la intersección I3 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 del año 2019.....	111
Figura 102: NDS de la intersección I2 al colocar el método de estrechamiento de carril en esta intersección del año 2019.....	112
Figura 103: NDS de la intersección I1 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 del año 2019.....	112
Figura 104: NDS de la intersección I3 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2024.....	113
Figura 105: NDS de la intersección I2 al colocar el método de estrechamiento en esta intersección al año 2024.....	114
Figura 106: NDS de la intersección I1 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2024.....	114
Figura 107: NDS de la intersección I3 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2029.....	115
Figura 108: NDS de la intersección I2 colocar el método de estrechamiento de carril en esta intersección al año 2029.....	116
Figura 109: NDS de la intersección I1 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2029.....	116
Figura 110: Método de chicana en la intersección I2.....	117
Figura 111: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar una chicana en la intersección I2 del año 2019.....	118
Figura 112: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar una chicana en la intersección I2 del año 2024.....	118
Figura 113: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar una chicana en la intersección I2 del año 2029.....	119
Figura 114: NDS de la intersección I3 al colocar el método chicana en la intersección I2 del año 2019.....	120
Figura 115: NDS de la intersección I2 al colocar el método de chicana en intersección del año 2019.....	120
Figura 116: NDS de la intersección I2 al colocar el método de chicana en la intersección I3 al año 2019.....	121

Figura 117: NDS de la intersección I3 al colocar el método chicana en la intersección I2 al año 2024.	122
Figura 118: NDS de la intersección I2 al colocar una chicana en esta intersección para el año 2024.	122
Figura 119: NDS de la intersección I1 al colocar el método de chicana en la intersección I2 para el año 2024.	123
Figura 120: NDS de la intersección I3 al colocar el método chicana en la intersección I2 al año 2029.	124
Figura 121: NDS de la intersección I2 al colocar el método de chicana en esta intersección para el año 2029.	124
Figura 122: NDS de la intersección I1 al colocar el método de chicana en la intersección I2 al año 2029.	125

GLOSARIO

UCP: Unidad coche patrón

FHP: Factor coche patrón

NDS: Nivel de servicio

D: Retraso en la aproximación del sujeto (demora)

TDi: Demora total del grupo de acercamiento "i"

D1: Demora de control uniforme asumiendo llegadas uniformes (seg/veh).

D2: Demora incremental que considera llegadas aleatorias y colas supersaturadas (seg/veh)

INTERSECCIÓN I1: Intersección Av. Real con Jr. Bolognesi – intersección colindante.

INTERSECCIÓN I2: Intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes – intersección principal.

INTERSECCIÓN I3: Intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes – intersección colindante.

HCM 2000: Highway Capacity Manual 2000 – Manual de capacidad de carreteras

RESUMEN

El presente trabajo consistió en analizar la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes y las dos colindantes que vendrían a ser las intersecciones Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes y Av. Real con Jr. Bolognesi, utilizando algún método de calmado de tráfico en la primera intersección mencionada; en consecuencia, se determinó qué método de calmado de tráfico fue el más ventajoso en términos de condición geométrica, nivel de servicio, velocidad y gravedad de accidentes para una mejor seguridad vial y de qué manera repercutió en las intersecciones aledañas.

Para identificar las condiciones geométricas de las intersecciones estudiadas, se utilizó la técnica de recolección, método “Criterios técnicos para realizar un conteo vehicular”, elaborado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones en el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Este manual menciona la cantidad de horas y días en los que se debe realizar el conteo. Para determinar los niveles de servicio, se utilizaron los criterios del Highway Capacity Manual 2000 para intersecciones semaforizadas e intersecciones no semaforizadas. Además de tomar como base al Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras también se usó la guía práctica Métodos de calmado de tráfico de Chile para escoger al estrechamiento de carril, chicanas y semáforo como métodos a estudiar.

Finalmente el método de calmado de tráfico más eficiente en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes es el de chicana, ya que mantiene una la velocidad máxima de 25Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de “C” y para los años 2024 y 2029 igual a “F”, a diferencia del estrechamiento de carril que mantendrá una velocidad máxima de 30Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de “D” y para los años 2024 y 2029 igual a “F”; sin embargo, con la misma probabilidad de muerte de 45%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 5% y si bien la instalación de un semáforo reduce la velocidad y tiene mejor índice de nivel de servicio (2019 – “B”, 2024 – “C”, 2029 – “F”) y seguridad vial, este no normalizará la residencialidad de la zona en términos de condición geométrica.

Palabras claves:

Nivel de servicio, gravedad de accidentes, velocidad, Tasa de crecimiento vehicular, Ciclo de Semáforo, Synchro 7.0, semáforo, chicana, estrechamiento de carril, método de calmado de tráfico.

ABSTRACT

The present work consisted of analyzing the Jr. Nemesio Raez intersection with Jr. Manuel Fuentes and the two adjacent ones that would be the Jr. Santa Isabel intersections with Jr. Manuel Fuentes and Av. Real with Jr. Bolognesi using some calming method of traffic at the first mentioned intersection, consequently it was determined that traffic calming method was the most advantageous in terms of geometric condition, service level, speed and severity of accidents for better road safety and how it impacted on the nearby intersections.

To identify the geometric conditions of the intersections studied, the collection technique was used, the "Technical criteria for vehicle counting" method prepared by the Ministry of Transportation and Telecommunications in the manual of automotive traffic control devices for streets and roads. This manual mentions the number of hours and days to count. To determine the service levels, the criteria of the Highway Capacity Manual 2000 were used for traffic light intersections and non-traffic light intersections. In addition to using the Manual of automotive traffic control devices for streets and highways, the practical guide to traffic calming methods in Chile was also used to choose the narrowing of lanes, chicanes and traffic lights as methods to study.

Finally, the most efficient traffic calming method at the intersection of Jr. Nemesio Raez with Jr. Manuel Fuentes is that of Chicana since it maintains a maximum speed of 25Km / h for all years, with a service level for 2019 of "C" and for the years 2024 and 2029 equal to "F" unlike the narrowing of the lane that will maintain a maximum speed of 30Km / h for all years, with a service level for 2019 of "D" and for the years 2024 and 2029 equal to "F", however with the same probability of death of 45%, of 50% injury and of leaving without any injury 5% and although the installation of a traffic light reduces speed and has a better level index of service (2019 - "B", 2024 - "C", 2029 - "F") and road safety, this will not normalize the residential area in terms of geometric condition.

Keywords:

Service level, accident severity, speed, Vehicle growth rate, Traffic light cycle, Synchro 7.0, traffic light, chicane, lane narrowing, traffic calming method.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la ciudad de Huancayo presenta problemas de inseguridad vial, las vías de las zonas residenciales, poco a poco, se van viendo copadas por vehículos de vías arteriales, los cuales las utilizan como una vía alterna para optimizar los tiempos de viaje.

Los altos volúmenes y velocidades de tráfico, especialmente en calles residenciales, impactan a los residentes debido a preocupaciones relacionadas con la seguridad, el ruido y la contaminación. Como resultado, muchos residentes del vecindario han expresado su interés en emprender la calma del tráfico como un medio para disminuir el dominio de los autos.

La calma del tráfico abarca una serie de tratamientos físicos que están destinados a bajar las velocidades y volúmenes de los vehículos. Los tratamientos pueden crear un impacto físico en el movimiento del tráfico o pueden presentar una impresión visual de que ciertas calles no están destinadas a alta velocidad o corte de tráfico. Calmar el tráfico tiene el potencial de mejorar la seguridad de los peatones, entre los ejemplos de estas medidas se incluyen bombillas, jorobas de velocidad, chicanas, estrechamiento de carriles y otros.

Se pretende mejorar la seguridad vial no con la colocación de un semáforo, sino usando un método alternativo de calmado de tráfico como son las chicanas y el estrechamiento de carril, puesto que se quiere mantener la residencialidad de la zona de estudio.

Para ello, el trabajo consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I: Se da a conocer el planteamiento y formulación del problema que presentan vías del distrito de El Tambo como es la inseguridad vial que se da por altos volúmenes de vehículos y velocidades mayores a las permitidas, asimismo se dan a conocer los objetivos, la justificación, las hipótesis y las variables de investigación.

Capítulo II: Se presenta el marco teórico, en el cual se describen los antecedentes nacionales e internacionales, también se presentan libros, artículos, manuales y tesis que mencionan los métodos de calmado de tráfico y la influencia de estos en la seguridad vial; asimismo, se dan a conocer las bases teóricas que describen cada variable, sus factores y dimensiones; por último, se exponen los términos básicos.

Capítulo III: Se describe la metodología usada por el proyecto, el enfoque, alcance y diseño de la investigación; se da a conocer la población y muestra, las condiciones actuales de las intersecciones estudiadas, las técnicas usadas para la recolección de los datos, los criterios usados para el análisis de estos, los métodos de calmado de tráfico según el MTC y el HCM2000, así como los criterios del manual de Chile

(CONASET, 2010) para elegir los métodos de calmados de tráfico para ser aplicados a la intersección principal estudiada.

Capítulo IV: Presenta los resultados finales como son las condiciones geométricas, la representación esquemática de los volúmenes por carril, el nivel de servicio actual y proyectado para los años 2024 y 2029, las garantías que se deben de cumplir para colocar un semáforo, las velocidades con y sin método de calmado de tráfico y las probabilidades de gravedad de accidentes; asimismo, se realiza la discusión donde se comparan los resultados obtenidos con los antecedentes.

Por último, se dan a conocer las conclusiones, recomendaciones y la lista de anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

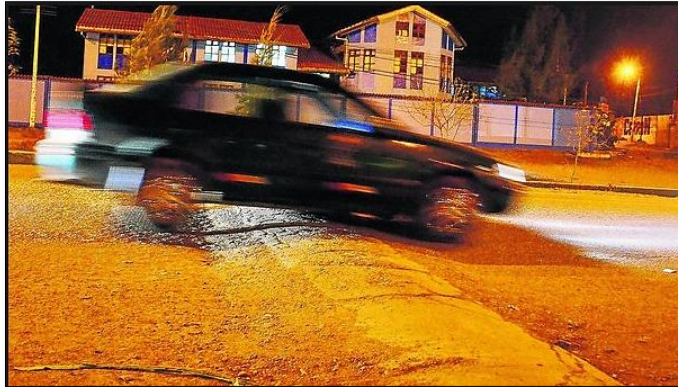
Huancayo, la principal ciudad de la región Junín, se ve afectada por la condición de su infraestructura vial, que incluye vías pavimentadas deterioradas y vías no pavimentadas, con señalizaciones verticales y horizontales en mal estado e inclusive ausentes; utilizadas por un parque automotor que aumenta considerablemente cada año, generando congestionamiento en las vías principales y ocasionando que los vehículos busquen nuevas rutas, optando por vías en zonas residenciales no semaforizadas. Todo ello crea inseguridad vial a los pobladores de estas vías locales.

Según el conteo realizado en el plano catastral de la provincia de Huancayo, el distrito de El Tambo tiene cerca de 2200 intersecciones entre semaforizadas y no semaforizadas (Camayo, 2019 pág. 2), de las cuales 55 son consideradas intersecciones donde se producen gran cantidad de accidentes (puntos negros), según datos del MINSA. Sin embargo, hasta el momento no se han dado proyectos o propuestas para disminuir la inseguridad vial, ocasionando que las cifras de puntos negros en intersecciones aumenten; además la falta de reportes de accidentes de tránsito hace que no se vea la realidad del problema.

Una de las soluciones más recurrentes en intersecciones que son consideradas como puntos negros es la colocación de semáforos dada por el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, el cual da condiciones para el uso de este. Cabe resaltar que una mala coordinación de estos generaría demoras y congestión. Sin embargo, el manual estadounidense de capacidad HCM 2000 plantea mayores soluciones para el alivio de tráfico y no necesariamente la instalación de un semáforo como la norma peruana menciona.

En el Perú, las gibas, popularmente denominadas rompemuelleres (Figura 1), se usan como una alternativa para el calmado de tráfico que en su mayoría no cumplen el diseño ni el fin para el cual fueron construidos; además, el 50% de rompemuelleres en Huancayo son defectuosos y podrían ocasionar accidentes, (Vivanco, 2018)

Figura 1: Rompemuelleres mal diseñados



Fuente: Fotos Diario Correo.

En la actualidad, existen diversos tipos de propuestas de calmado de tráfico, estos dispositivos físicos modifican el comportamiento del conductor y están diseñados para mejorar la seguridad vial aminorando la velocidad de tráfico, volumen de tráfico como los números de accidentes, salvaguardando el bienestar de los transeúntes.

Se analizará propuestas de calmado de tráfico como la de chicana, usada en la ciudad de Barcelona (Figura 2) y la de estrechamiento de carril, usado en Calle Turmalina y Calle Amazonita, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo (Figura 3) las cuales han dado buenos resultados disminuyendo la cantidad de accidentes; sin embargo, estas propuestas deben ser analizadas para la realidad del problema.

Figura 2: Chicana



Fuente: Richard Drdul – Fotógrafo.

Figura 3: Estrechamiento de carril en la Calle Turmalina - El Tambo – Huancayo.



Fuente: Google Maps 2016.

Según (Camayo, 2019 pág. 90): En su tesis menciona que la norma peruana MTC y la estadounidense HCM 2000 deben ser combinadas con el fin de escoger una mejor solución para el problema de tránsito; es por ello, que se debe analizar las propuestas de calmado de tráfico detenidamente para su posterior aplicación.

Se observó que en la intersección Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel Fuentes del distrito de El Tambo, ocurren accidentes como el registrado el 25 de Julio del 2015, según datos del MINSA, donde se suscitó un atropello y ocurrieron otros que no han sido registrados por la falta de educación vial, por ello, la presente investigación busca escoger la mejor propuesta para disminuir las probabilidades de accidentes y mejorar la seguridad vial de la zona a estudiar, respetando la residencialidad de la intersección estudiada. Se escogerá la propuesta más eficiente entre los métodos de calmado de tráfico aplicables a la zona, teniendo como factores la capacidad de vía, volumen de tránsito, nivel de servicio, condiciones de seguridad, gravedad de accidentes y dispositivos de seguridad; también se hará el uso del software Synchro 7.0 para realizar una micro simulación con las propuestas indicadas para determinar datos más certeros.

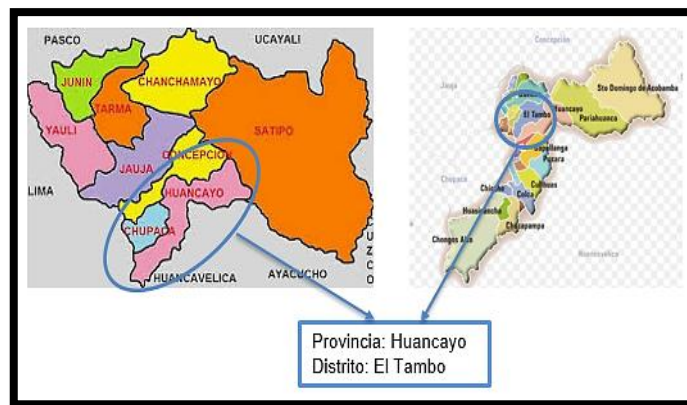
La Figura 4, figura 5 y Figura 6 dan a conocer la macrolocalización, microlocalización y localización, respectivamente en ese orden, de la intersección principal estudiada:

Figura 4: : Macro localización de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.



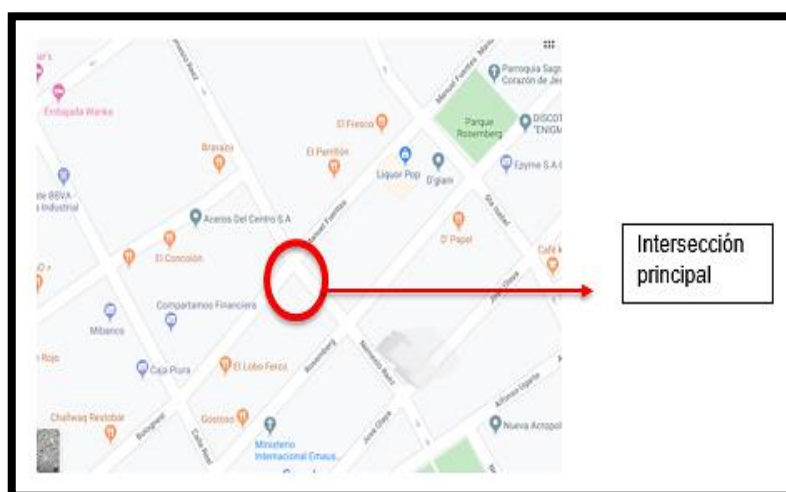
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Micro localización de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Localización de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes



Fuente: Elaboración propia.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1. Problema general

- ¿Cuál propuesta de medida de calmado de tráfico es la más eficiente para la seguridad vial en la intersección Jr. Nemesio Raez y Jr. Manuel Fuentes – El Tambo - Huancayo?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la condición geométrica y velocidad en la intersección principal y el nivel de servicio para las intersecciones estudiadas para los años 2019, 2024 y 2029?
- ¿Cuál es el efecto del método de calmado de tráfico: ¿Semáforo, aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029?
- ¿Cuál es el efecto del método de calmado de tráfico: ¿Estrechamiento de carril aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029?

- ¿Cuál es el efecto del método de calmado de tráfico: ¿Chicana aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029?
- ¿Cuál es conceptualmente la probabilidad de gravedad de accidente al aplicar los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la propuesta de medida de calmado de tráfico más eficiente para la seguridad vial en la intersección Jr. Nemesio Ruez y Jr. Manuel Fuentes. – El Tambo – Huancayo.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la condición geométrica y velocidad en la intersección principal y el nivel de servicio para las intersecciones estudiadas para los años 2019, 2024 y 2029.
- Determinar el efecto del método de calmado de tráfico: Semáforo aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029.
- Determinar el efecto del método de calmado de tráfico: Estrechamiento de carril aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029.
- Determinar el efecto del método de calmado de tráfico: Chicana aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029.

- Determinar conceptualmente cual es la probabilidad de gravedad de accidente al aplicar los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. SOCIAL

La falta de señalización y coordinación vial aumentan las probabilidades de peligro en las intersecciones; si a esto le sumamos la falta de educación vial, tanto de los peatones como de los conductores, las intersecciones se vuelven vías con altas probabilidades de accidentes de tránsito. Además, ante la gran concurrencia de vehículos en zonas residenciales las cuales son diseñadas principalmente como áreas urbanas destinadas predominantemente al uso de vivienda, los pobladores de estas zonas sienten temor que por ese motivo ocurran accidentes.

1.3.2. ECONÓMICA

Al tratar de dar soluciones para el calmado del tráfico, se usan los rompemuelles, los que sí funcionan como reductores de velocidad, pero al estar en su mayoría mal diseñados traen consigo daño material a los automóviles, lo que se ve reflejado en pérdidas económicas; por otra parte, la (OMS, 2018) Organización Mundial de la Salud menciona que las lesiones causadas por los accidentes de tránsito ocasionan importantes pérdidas económicas para las personas y sus familias. Estas pérdidas son resultado de los costos de tratamiento y la pérdida de productividad de la población que muere o queda discapacitada y el tiempo perdido de las personas que deben de cuidarlos, estas pérdidas se ven reflejadas en la economía del país al cual le cuesta un 3% de su PBI.

1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- El método de calmado de tráfico más eficiente en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes es la de chicana ya que mantendrá una la velocidad máxima de 30Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de “C” y para los años 2024 y 2029 igual a “F” a diferencia del estrechamiento de carril que mantendrá una velocidad máxima de 30Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de “C” y para los años 2024 y 2029 igual a “F”, ambos métodos tendrán la misma probabilidad de muerte de 30%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 20% y si bien la instalación de un semáforo reduce la velocidad y tiene mejor índice de nivel de servicio (2019 – “B”, 2024 – “C”, 2029 – “F”) y seguridad vial, este afecta a las condiciones geométricas en términos de zona de estudio al no normalizar la residencialidad de la zona.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La condición geométrica en términos de zona de estudio actualmente es comercial; la velocidad mínima es 9km/h, la velocidad promedio 17km/h y la máxima 48km/h para los años 2019, 2024 y 2029 en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.
- Los niveles de servicio obtenidos para la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) son “C”, “F” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes): “C”, “E” y “F”, en la intersección I3 (Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes): “F”, “F” y “F” en los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente.
- La condición geométrica en términos de zona de estudio es comercial al instalar un semáforo, los niveles de servicio obtenidos serán para la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi): “D”, “E” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes): “D”, “E” y “F”, en la intersección I3 (Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes): “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente.

- La condición geométrica en términos de zona de estudio es residencial, la velocidad 30km/h para los años 2019, 2024 y 2029; al realizar el estrechamiento de carril en esta intersección los niveles de servicio en la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) son: “D”, “F” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes) son: “C”, “F” y “F”, en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes) son: “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente.
- La condición geométrica en términos de zona de estudio es residencial, la velocidad 30km/h para los años 2019, 2024 y 2029; al aplicar el método Chicana en esta intersección los niveles de servicio en la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) son: “C”, “F” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes) son: “C”, “F” y “F”, en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes) son: “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente.
- Usando los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril la probabilidad de muerte será de 30%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 20% conceptualmente.

1.4.3. VARIABLES

Variable independiente: Medidas de calmado de tráfico.

Variable dependiente: Seguridad vial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

(Gallardo, 2016) En la tesis para optar por el grado de máster titulado “La seguridad vial en el Perú”, sustentada en la Universidad de Piura, facultad de Ingeniería Civil, señaló como objetivo general presentar una propuesta de programas de seguridad vial que se puedan implementar a nivel local, comparando y analizando la condición actual del estado de seguridad vial en el Perú con el de Canadá para los años 2020 y 2025. Concluye que las muertes anuales en la carretera peruana están aumentando en comparación con la canadiense desde el año 1970, además de que la seguridad vial en el Perú es un problema y que debe solucionarse con programas de fortalecimientos viales. Esta investigación quiere como resultado que nuevas metodologías e iniciativas se implementen, ya que existen registros de que algunas ya practicadas han dado buen resultado.

(Grosso, 2018) En su tesis de grado para optar el título de magíster titulada “Génesis del Calmado de Tránsito en el entorno urbano de Necochea”, sustentada en la Universidad del Centro de la provincia de Buenos Aires, menciona que para que un modelo de movilidad sea sostenible no solo se requiere que se utilicen los vehículos de forma racional, que se minimicen las emisiones o que el uso de la energía sea eficiente, sino se tiene que tener en cuenta un nivel reducido de siniestralidad vial como de lesividad y muertes asociadas; es decir, se debe contar con una movilidad segura, por ello tiene como objetivo proponer un enfoque metodológico integral para abordar la problemática de la seguridad vial en el área urbana de Necochea/Quequén, resaltando la necesidad de generar información confiable y, mediante el tratamiento físico de una localización,

profundizar en el desarrollo de las técnicas de mejora de la infraestructura con el fin de propiciar un entorno de prevención de la siniestralidad y potenciar el cambio del enfoque hacia la protección de los más vulnerables del sistema de movilidad, para mejorar la seguridad vial se deben crear penínsulas, las cuales tienen como finalidad evitar el estacionamiento de vehículos que obstaculizan el rombo de visibilidad de la intersección, se debe también provocar un estrechamiento de calzada, lo cual ayudará a reducir la velocidad. Se llegó a la conclusión de que las medidas para el calmado del tránsito favorecen la reducción de la velocidad de los vehículos motorizados y, en consecuencia, la disminución del número de siniestros y de la gravedad de las lesiones, además de que este tipo de técnicas pueden aplicarse en distintas localizaciones de la ciudad, considerando el ámbito urbano como un sistema y observando su comportamiento de modo global.

(Osore, 2016) En la tesis para optar por el grado de ingeniero civil titulada “Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada Mariscal Castilla - Julio Sumar, el distrito de El Tambo, 2015” sustentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, facultad de Ingeniería Civil, señaló como objetivo general evaluar el nivel de servicio mediante un análisis de tráfico entre dichas intersecciones. La investigación concluye que los factores de evaluación aceptados son los siguientes: tasas de flujo de, tiempo perdido en la partida, modificador del factor de ajuste por ancho de vía, tiempo de cruce peatonal y capacidad de utilización. Como resultado, se obtiene que existe un problema vial en dicha zona y se debe proceder a una evaluación de las autoridades encargadas de la infraestructura vial urbana, se debe mejorar también el factor de ajuste por tipo de área, tiempo de carga y descarga de pasajeros; por último, se debe exigir que se implemente y cumpla los manuales de diseño geométrico y señalización semafórica.

(Torres, 2012) En la tesis de grado para optar el grado de doctor, titulada “Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos”, sustentada en la Universidad Politécnica de Madrid facultad de Ingeniería Civil, menciona que el modo tradicional de estimar el nivel de seguridad vial mediante el registro de accidentes de tráfico no es el mejor, ya que existen probabilidades de variabilidad y es necesario un registro de al menos 3 años; es por ello que, como objetivo general, busca establecer una metodología que permita clasificar el riesgo en intersecciones, en función del análisis de conflictos entre vehículos, realizado mediante variables alternativas o indirectas de seguridad vial, las cuales son el tiempo hasta la colisión y el tiempo posterior a la invasión de la trayectoria. Se pudo determinar

que los valores más altos del índice de riesgo están relacionados a que un conflicto termine en accidente, además una velocidad excesiva se puede manifestar como un claro factor de riesgo, ya que potencia los fallos humanos. Concluye que con la aplicación de la metodología por parte de administraciones de carreteras locales mediante la técnica de conflicto de tráfico ayudaría en gran magnitud a solucionar estos problemas económica y directamente.

(CONASET, 2010) En la guía de Medidas de tráfico calmado menciona que cuatro son los motivos por el que se desarrollaron estas, como el impacto de la velocidad en los accidentes de tránsito que está directamente relacionado con su gravedad, el incentivo a mayores velocidades, la ineficacia o ausencia de la herramientas de diseño existentes para controlar la velocidad y la creciente demanda de los usuarios por que se den acciones más eficaces, por ello propone medidas de calmado de tráfico como las deflexiones verticales, las deflexiones horizontales y calmantes con elementos que inciden en percepción. El objetivo de la presente guía es producir una red vial por la cual se conduzca calmadamente y de manera segura, a una velocidad apropiada para el entorno y para los usuarios más vulnerables, la apariencia de la vía debe transmitir al conductor la velocidad adecuada. Llega a la conclusión de que cada método de calmado de tráfico trae consigo beneficios y problemas, el método de estrechamiento usando extensiones de acera en la esquina puede ser usado en vías locales y de mayor cobertura, esta mejora visibilidad y notoriedad en esquinas, impide el estacionamiento y amplía rangos de diseño geométrico y paisajístico; el problema es que requiere espacio de estacionamientos, incomoda a los vehículos pesados reduciendo su ángulo de vista.

(DGT, 2011) En el libro La Movilidad segura de los colectivos más vulnerables menciona que el peatón es el principal protagonista del espacio público y el elemento más frágil frente a los medios de transporte, especialmente los niños por su baja estatura y su lenta capacidad de reacción tienen mayor probabilidad de sufrir accidentes, ya que pueden no ser vistos por los conductores, además solo tienen un campo visual de 70 grados, señala también que la velocidad en la cual se mueve un vehículo tiene relación con su campo visual, si un automóvil se dirige a 30km/h tiene un campo visual igual 100 grados, pero si va a 60 Km/h, su campo de visión se reduce a 45 grados aproximadamente. Tiene como objetivo dar soluciones como la de mejorar la señalización tanto horizontal como vertical, ya que si estas se encuentran en mal estado o son inexistentes, pueden crear confusiones o malinterpretaciones entre los conductores y peatones, por ello, se debe de mantener en buen estado las señalizaciones, actualizarlas, adaptarlas a las jerarquías de prioridades, en caso la vía sea semaforizada, se debe realizar una buena coordinación de

semáforos, como segundo objetivo tiene reducir la velocidad de los vehículos motores creando zonas de baja velocidad o implantar en la acera elementos reductores de velocidad, si es necesario se debe reducir los números de carriles. Los beneficios de aplicar estas soluciones serán la reducción del riesgo de peatones y ciclistas, los costes asociados a los accidentes leves y bajas son de 2 millones de euros, los costes asociados a accidentes graves son de 11.7 millones, los costes relacionados al tráfico de automóviles es de 1.13 millones, la reducción de los costes de aparcamiento de 1.14 millones. En total, se ahorraría 14.97 millones, comparado con el costo de implantación de la solución que es de 3.62 millones se obtiene un ratio beneficio de 4.09.

(Corkle, y otros, 2002) En la Investigación titulada: Investigating the effectiveness of traffic calming strategies on driver behavior, traffic flow and speed menciona que la calma del tráfico es la combinación de muchas medidas físicas que reducen los efectos negativos de los vehículos, al usar los métodos de calmado se altera el comportamiento del conductor y se mejora las condiciones para los peatones, debido a que reducen la velocidad del automovilista, disminuyen los volúmenes de tráfico, aumentan la seguridad para los peatones y no automovilistas. Tiene como objetivo determinar la efectividad del calmado de tráfico en Minnesota, para ello, se realizaron encuestas en las ciudades y condados de Minnesota y se monitorearon los sitios de prueba midiendo los efectos antes y después de haber instalado los dispositivos de calmado de tráfico, los sitios de prueba fueron seleccionados a través de una solicitud por parte del condado de Minnesota donde se preguntó a las agencias si actualmente tenían proyectos programados para calmar el tráfico como son las gargantillas, reducción de carril, marcado en el pavimento, chicanes y desviación de carril. Las ciudades escogidas fueron Bellevue, Washington, Charlotte en North Carolina, Portland de Oregon, Seattle de Washington y Ventura de California. De dicha investigación, llegaron a la conclusión de que al usar cualquier método de calmado de tráfico las velocidades se reducen significativamente, estos métodos también reducen el flujo vehicular, el método de chicane reduce el volumen en un 15%, el cierre de calle en un 33%, la desviación de eje de carril en un 30% y los rompemuelleres en un 13%.

(Eran Ben, 2005) En la investigación titulada Residential Street Standards and Neighborhood Traffic Control menciona que cuando el volumen de tráfico aumenta más allá de lo que es considerado normal por los residentes locales, o la velocidad del vehículo aumenta debido al diseño de la calle, las actividades de la calle se reducen considerablemente, y la sensación de bienestar en el vecindario se ve afectada. Para proteger la habitabilidad, así como para proporcionar un movimiento eficiente de los vehículos, se debe considerar que las calles deben ser diseñadas para minimizar el

tráfico y proporcionar un acceso vehicular y peatonal adecuado en todas las parcelas. El objetivo fue compilar datos sobre normas y regulaciones de calles residenciales existentes y propuestas elaboradas en varias ciudades, evaluar el desempeño de las calles residenciales e investigar las prácticas actuales de gestión del control de tráfico en el vecindario y recolectar la información sobre el éxito o fracaso de cada medida de calmado de tráfico, el estudio se realizó en 75 ciudades, 56 en California y 19 en ciudades de otros estados. Llegaron a la conclusión de que los métodos de calmado de tráfico más comunes utilizados por las ciudades para controlar la velocidad es la instalación de jorobas, señales de alto de 4 vías, así como los desviadores de carril y el estrechamiento del pavimento, pues presentan los resultados más efectivos. Para el método de calmado estrechamiento de carril, los estudios de las tasas de accidentes antes y después de utilizar este método muestran una considerable reducción de accidentes, además que los volúmenes de tráfico pueden reducirse de un 20% a un 70%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MEDIDAS DE CALMADO DE TRÁFICO

(Safeopedia, 2017) El calmado del tráfico es la desaceleración deliberada del tráfico en las áreas residenciales, principalmente con el uso de medidas físicas que incluyen baches de velocidad, rotondas e intersecciones elevadas. Los elementos no físicos también son una medida utilizada en los esfuerzos para calmar el tráfico. La reducción del tráfico se usa para prevenir los accidentes al alterar el comportamiento del conductor. Las condiciones geométricas y el nivel de servicio de la zona de estudio son esenciales para determinar la mejor opción de calmado de tráfico.

2.2.1.1. Características

D1: Condiciones geométricas

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 127) Menciona que son las características de la zona de estudio como los giros permitidos, ancho de carril, número de carril y volumen de tránsito.

D2: Nivel de servicio

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 130) Se define como la relación del volumen de la demanda con la capacidad de la carretera; es medido con las demoras en segundos; cuando la demanda es menor, existe menos demora, lo cual proporciona a los usuarios un nivel de servicio aceptable. Estos se van de A, B, C, D, E y F.

- **Nivel A:** En este nivel de servicio las condiciones son de libre flujo vehicular. Las maniobras de conducción no son influenciadas por la presencia de otros vehículos y están condicionadas únicamente por las características geométricas de la carretera y las decisiones del conductor.
- **Nivel B:** Al igual que el nivel A, le corresponde las condiciones de libre flujo vehicular, los vehículos que se desplazan con mayores velocidades se ven afectados por algunos vehículos que transitan con baja velocidad, lo que causa que los conductores tengan menor libertad de maniobra.
- **Nivel C:** En este nivel, existe mayor densidad de tráfico, lo que ocasiona que las velocidades de desplazamiento disminuyan. Las posibilidades de adelantamiento y la libertad de maniobra se ven reducidas, se formarán colas de vehículos ante cualquier interrupción significativa del tráfico.
- **Nivel D:** La libertad de maniobra de los conductores se ve severamente restringida, las velocidades disminuyen y formarán colas que impidan el adelantamiento a otros vehículos.
- **Nivel E:** Los vehículos son operados con un mínimo de espacio entre ellos, manteniendo una velocidad de circulación uniforme. Las interrupciones no pueden ser disipadas y causan colas sin posibilidad de maniobra.
- **Nivel F:** La demanda vehicular llega a ser mayor a la capacidad de la vía lo que causa alta congestión y colas en las que se experimenta periodos cortos de movimientos seguidos de paradas.

Volumen de tránsito

Es el número de vehículos que atraviesan un punto determinado de un carril o una calzada, durante un periodo establecido por el investigador. (Córdova, 2014)

2.2.2. SEGURIDAD VIAL

2.2.2.1. Factores

D1: Velocidad

Es el encargado de metrizar el movimiento y sus características. (Diaz, y otros, 2010 pág. 182)

D2: Gravedad de accidentes

Son los daños causados por los accidentes de tránsito, estos se clasifican dependiendo la gravedad de lesiones causadas a las personas implicadas. (Garcia, 2018)

2.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Siniestralidad:** (MAPFRE, 2015) Es un suceso imprevisto que causa desgracias, produce daños a las personas o cosas.
- **Gravedad de accidente (Sin lesión):** Se dice que es un accidente de solo daños cuando se producen únicamente perjuicios de origen material, donde no hay víctimas, heridos o muertos. (Garcia, 2018)
- **Gravedad de accidente (Con lesión):** Es cuando en un accidente de tránsito existen heridos, por lo general se debe brindar asistencia médica a las víctimas e inmovilizar a los vehículos. (Garcia, 2018)
- **Congestión vehicular:** (Thomson, y otros, 2001 pág. 8) Es la condición que se da si cuando se introduce un vehículo en un flujo de tránsito, este hace que aumente el tiempo de circulación de los demás, generando demoras y colas.
- **Micro simulación en software:** Es una herramienta donde se utiliza un software para simular los datos obtenidos en un estudio.

- **Vulnerabilidad:** (Jenelius, y otros, 2006 pág. 3) Definen vulnerabilidad como un concepto formado por dos partes: la primera tiene que ver con la probabilidad de que ocurra un evento peligroso y la segunda, llamada exposición, tiene que ver con las consecuencias del evento en cierto lugar de la red.
- **UCP:** (Osorio, 2016 pág. 12) Determina qué es el factor de unidad Coche Patrón, que está dado por las equivalencias para uniformizar el volumen vehicular en un solo tipo, se debe aplicar los factores de equivalencia a los distintos tipos de vehículos como son las combis, camionetas, buses, coaster, para uniformizarlos con el volumen de autos.
- **Puntos negros:** (Tomás, 2014 pág. 6) Son tramos de la red de carreteras o intersecciones en los cuales se han producido tres a más accidentes con víctimas, estos deben de tener una separación máxima entre uno y otro de cien metros.
- **Tiempo de reacción:** (canalMOTOR, 2019) Se define como el periodo de tiempo que pasa desde que un conductor percibe un obstáculo o alguna situación de emergencia hasta que reacciona. Este tiempo puede marcar la diferencia entre sufrir un accidente o salvar alguna vida.
- **Tráfico vehicular:** Fenómeno ocasionado por el flujo vehicular de una vía, calle o carretera, este se verá afectado por tres condiciones: Velocidad, intensidad de tránsito y densidad. (Belda, 2011 pág. 3)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

2.4. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. MÉTODO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN: CIENTÍFICO- APLICADA

(Bunge, 2000 pág. 11) En su libro La investigación científica: su estrategia y su filosofía define al método científico como un rasgo característico de la ciencia. El método científico puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que lleva y mediante el análisis directo. Puesto que analiza y compara dos métodos de calmado de tráfico, para lo cual se estimarán sus resultados y se escogerá el más factible para la zona de estudio, la presente investigación aplicará el método científico.

(Borja Suarez, 2012 pág. 10) En su libro Metodología de la investigación científica para ingenieros menciona que el objetivo de la investigación aplicada es conocer, actuar, construir y modificar una problemática.

El fin de este trabajo es solucionar el problema de seguridad vial mediante propuestas de calmado de tráfico para mejorar una realidad y evitar accidentes a futuro, por estas consideraciones la presente investigación aplicará un tipo aplicado.

2.4.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO.

(Hernández, y otros, 2006 pág. 92) En su libro Metodología de la investigación menciona que el alcance descriptivo debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos.

En el trabajo se definirá dos métodos de calmado de tráfico, sus características y qué datos serán necesarios recolectar para su evaluación, es por ello que la investigación tiene alcance descriptivo.

2.4.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVO.

Según (Hernández, y otros, 2006 pág. 5), un enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, la presente investigación aplica este enfoque puesto que para su desarrollo, en primer lugar, se plantearon las preguntas, objetivos y se establecieron las hipótesis; en segundo lugar, se realizará el conteo, se medirá velocidades; en tercer lugar, se evaluará la data con la cual se responderán las hipótesis y, finalmente, se extraerán conclusiones.

2.4.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: NO EXPERIMENTAL – CUANTITATIVO LONGITUDINAL.

Según (Borja Suarez, 2012 pág. 152), las investigaciones no experimentales no pueden establecer ni probar relaciones causales entre las variables, no se varía las variables independientes de forma intencional para ver su efecto sobre otras variables.

La investigación no manipulará las variables para ver sus efectos, pero sí cuantificará los resultados obtenidos del conteo, de la medición de velocidades; por consiguiente, el diseño de investigación será no experimental cuantitativo.

2.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.5.1. POBLACIÓN

Población (“N”) Es el conjunto de todos los individuos (objetos, personas, documentos, data, eventos, situaciones, etc.) a investigar. La población es el conjunto de individuos o cosas que tienen una o más propiedades en común, se encuentran en un espacio o territorio y varían en el transcurso del tiempo. (Vara, 2010 pág. 221)

Para la presente investigación; se toma como población a todas las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas del distrito de El Tambo.

2.5.2. MUESTRA

Muestra (“n”) es el conjunto de casos extraídos de la población, seleccionados por algún método de muestreo. La muestra siempre es una parte de la población. Si tienes varias poblaciones, entonces tendrás varias muestras. (Vara, 2010 pág. 221).

Se utilizará la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, eligiendo a la intersección de Jr. Nemesio Ruez y Jr. Manuel Fuentes.

2.6. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

2.6.1. TÉCNICAS: OBSERVACIÓN DIRECTA

Técnica basada en análisis y registro del comportamiento del individuo, objeto, unidad, o acontecimiento a investigar. Se usan guías de observación y guías de registro. Esencial para recoger información de primera mano en el lugar donde ocurre la situación. (Vara, 2010 pág. 204).

Nuestra investigación se basará en la técnica de observación directa, ya que durante los estudios realizados determinaremos la condición geométrica en las intersecciones y, en consecuencia, su seguridad vial.

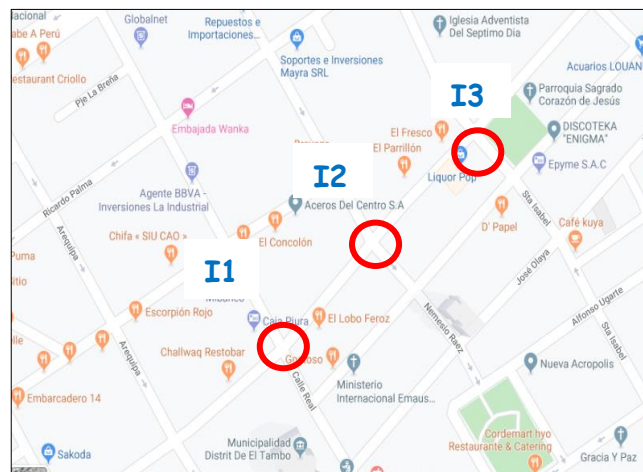
2.7. CONDICIONES ACTUALES DE LAS INTERSECCIONES ESTUDIADAS

Se seleccionó tres intersecciones para ser estudiadas, las cuales son: Av. Real con Jr. Bolognesi (Intersección I1), Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes (Intersección I2) y Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel fuentes (Intersección I3), estas intersecciones están ubicadas en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín (Figura 7).

Para determinar las características de las vías, se realizaron mediciones de ancho de carril, ancho de vía además se identificaron los números de carriles y los giros permitidos.

Se observó que las intersecciones Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes y Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes son no semaforizadas y que ninguna de las dos tiene señalizaciones ni horizontales ni verticales.

Figura 7 Localización de las intersecciones estudiadas



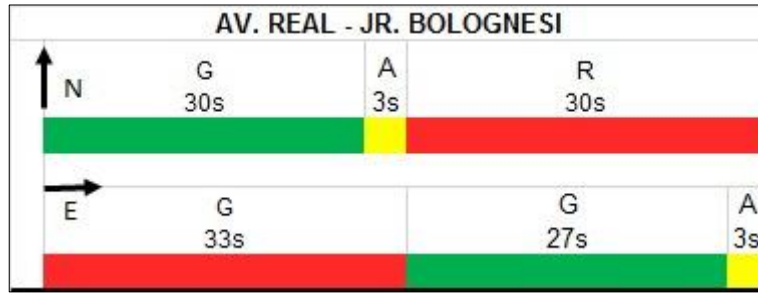
Fuente: Google Maps.

I1: Av. Real con Jr. Bolognesi (Semaforizada)

La vía principal es la Av. Real, los vehículos se dirigen de norte a sur y viceversa, los sentidos de la vía están separados por una mediana de 1.20m y constan de dos carriles cada uno, el ancho de calzada por sentido es de 9.60 m y tanto en el lado norte como sur no existen zonas de parqueo; el ciclo de semáforo es de 63 segundos y el tiempo de verde igual a 30 segundos lo cual será representado en la Figura 8.

La vía secundaria es el Jr. Bolognesi con 1 carril por sentido, el ancho de calzada es de 6.40m sin zona de parqueo ni reductores de velocidad, el ciclo de semáforo es de 63 segundos y el tiempo de verde igual a 27 segundos representados en la Figura 8.

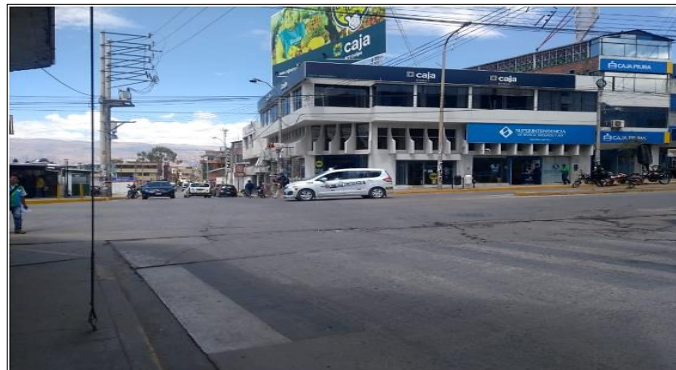
Figura 8: Ciclo de semáforo



Fuente: Google Maps.

Esta intersección presenta un flujo vehicular correspondiente al transporte público y privado. La Figura 9 y Figura 10 muestran la intersección descrita, la Figura 11 y la Figura 12 muestran las secciones de viales.

Figura 9: Intersección I1 vista de oeste a este.



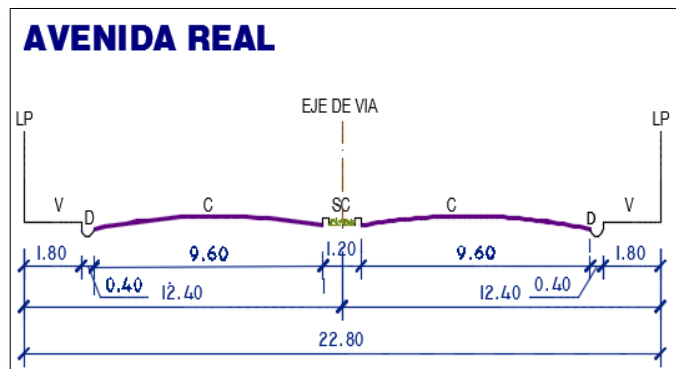
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10: Intersección I1 vista de oeste a este.



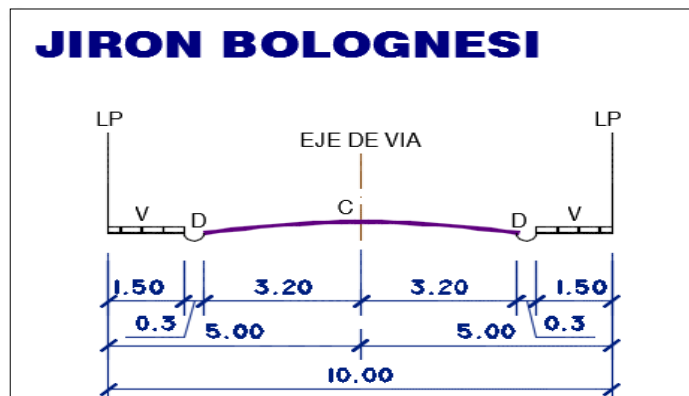
Fuente: Google Maps (vista satelital)

Figura 11: Sección de vía Av. Real.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12: Sección de vía Jr. Bolognesi.



Fuente: Elaboración propia.

I2: Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes (No semaforizada)

La vía principal es el Jr. Nemesio Raez de 2 carriles en un solo sentido con un ancho de calzada de 7.20m, los vehículos se dirigen de norte a sur y no existen zonas de parqueo ni señales de tránsito; la vía secundaria es el Jr. Manuel Fuentes con 1 carril por sentido, 7.00 m de ancho de calzada sin zona de parqueo ni reductores de velocidad y tampoco señales de tránsito.

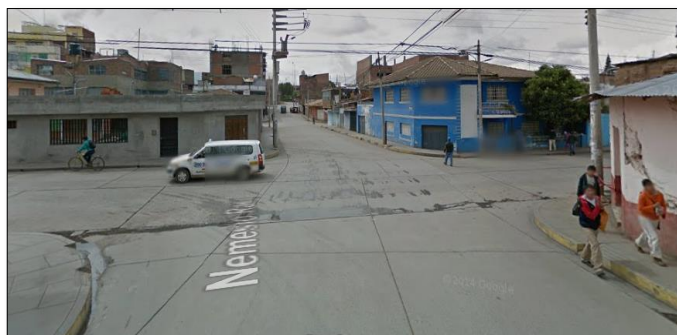
Esta intersección presenta un flujo vehicular correspondiente al transporte público y privado. La Figura 13 y la Figura 14 muestran la intersección descrita, la Figura 15 muestra la sección de la vía Nemesio Raez, la sección vial del Jr. Manuel Fuentes se muestra en la Figura 16.

Figura 13: Intersección I2 vista de este a oeste.



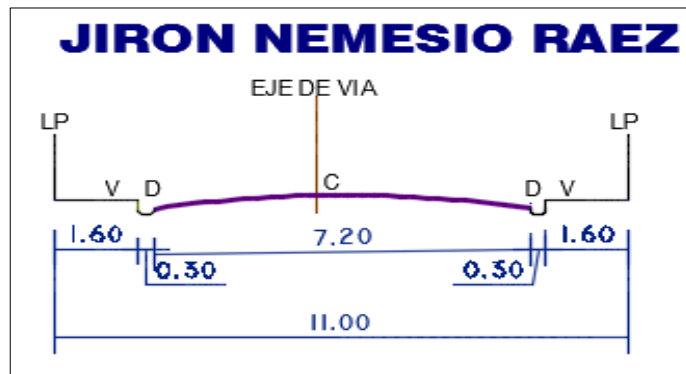
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Intersección I2 vista de oeste a este.



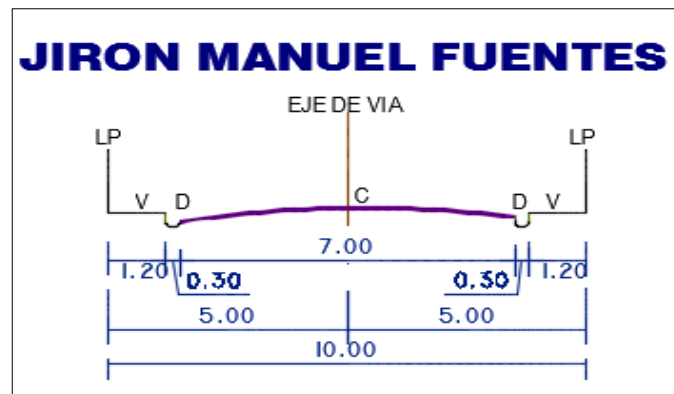
Fuente: Google Maps (vista satelital)

Figura 15: Sección de vía Jr. Nemesio Raez.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Sección de vía Jr. Manuel Fuentes.



Fuente: Elaboración propia.

I3: Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes (No semaforizada)

La vía principal es el Jr. Santa Isabel, es una vía de un solo sentido con un ancho de calzada de 8.20 m, los vehículos van de sur a norte y no existen zonas de parqueo ni señales de tránsito; la vía secundaria es el Jr. Manuel Fuentes con 1 carril por sentido, 7.00 m de ancho de calzada sin zona de parqueo ni reductores de velocidad y tampoco señales de tránsito.

Esta intersección presenta un flujo vehicular correspondiente al transporte público y privado. La Figura 17 y Figura 18 muestran la intersección descrita, la Figura 19 muestra la sección de la vía Santa Isabel, la sección vial del Jr. Manuel Fuentes se muestra en la Figura 16.

Figura 17: Intersección I3 vista de este a oeste.



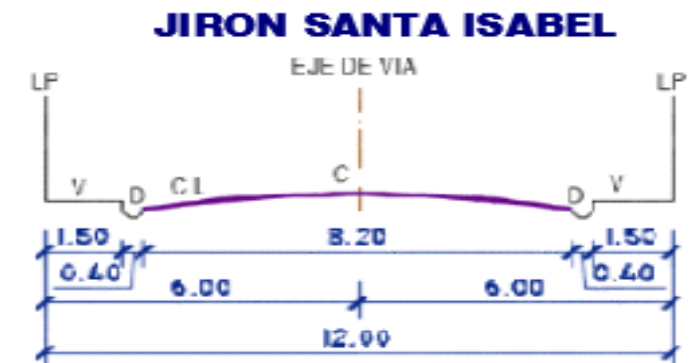
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18: Intersección I3 vista de oeste a este.



Fuente: Google Maps (vista satelital)

Figura 19: Sección de vía Jr. Santa Isabel.



Fuente: Elaboración propia.












2.8. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

2.8.1. CRITERIOS PARA REALIZAR EL CONTEO VEHICULAR

Se realizó el conteo de vehículos por tres días representativos, en el proyecto se eligió los días lunes, viernes y sábado (por ser fin de semana) y tener más concurrencia de vehículos, por día se realizó 16 horas de conteo (Anexo 27, Anexo 28, Anexo 29, Anexo 30, Anexo 31, Anexo 32, Anexo 33, Anexo 34 y Anexo 35) iniciando desde las 6.00 am hasta las 10 pm para determinar el volumen vehicular de las intersecciones estudiadas, la cantidad de horas del conteo está establecida en el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras del MTC.

Para realizar el conteo de vehículos se utilizó la Tabla 1:

Tabla 1: Tabla formato de conteo.

HORA		TAXI / AUTO PRIVADO	CAMIONETAS	Bus	COMBI	COASTER	CAMION	BICI	MOTO LINEAL	MOTOTAXIS	MINIVAN	TRAILER	OTROS
06:00	06:15												
06:15	06:30												
06:30	06:45												
06:45	07:00												

Fuente: Elaboración propia.

Para mayor exactitud, se usó dos cámaras de vigilancia y una cámara de celular instalados en puntos estratégicos (Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23, Anexo 63, Anexo 64 y Anexo 65), para el conteo posterior.

Las cámaras de vigilancia fueron instaladas en la azotea de una vivienda donde grabamos las intersecciones: Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes y Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel Fuentes, para la intersección Jr. Bolognesi con Av. Real se utilizó una cámara de celular.

Figura 20: Ubicación de las cámaras de seguridad en la vivienda.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Vista desde la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes hacia el lugar de la grabación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Vista desde la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes hacia el lugar de la grabación.



Fuente: Elaboración propia.

La cámara de celular fue instalada en un quiosco de periódico en la parte superior de este para tener una mejor visión.

Figura 23: Vista de la Intersección Jr. Bolognesi con Av. Real hacia el lugar de la grabación con cámara de celular.



Fuente: Elaboración propia.

El conteo, en primera instancia, se realizó de manera manual (Anexo 17) para posteriormente pasarlo en las hojas de cálculo de Excel (Anexo 18, Anexo 19, Anexo 20, Anexo 21, Anexo 22, Anexo 23, Anexo 24, Anexo 25, Anexo 26), este conteo se realizó para cada dirección (norte, sur, este y oeste)

Los tipos de vehículos considerados para el conteo fueron los siguientes: autos, camionetas, buses, combis, coasters, camiones, bicicletas, motos, mototaxis, minibans, tráilers y otros.

Para uniformizar los volúmenes de conteo vehicular, se usó el factor coche patrón establecido en el manual HCM 2000 (Figura 24), el cual también fue utilizado en el Plan vial para una distribución eficiente del tráfico de vehículo en la ciudad de Moyobamba realizada por (Noriega Davalos, 2015)

Figura 24: Unidad coche patrón

Factores de conversión a unidades de carro patrón (UCP)	
TIPO DE VEHICULO	UTILIZACION ESTÁNDAR EN UCP (Unidad de Carro Patron)
Omibus	3.00
Microbus	2.50
Combi	2.00
Camioneta	1.25
Auto *	1.00
Mototaxi *	0.75
Moto lineal *	0.50

Fuente: HCM – Manual de capacidad de vía

Asimismo, el conteo se realizó cada cuarto de hora, debido a que los estudios de capacidad así lo requieren, para escoger el cuarto de hora con mayor volumen dentro de la hora pico para estudiar las condiciones más críticas se dividió el volumen de toda la hora entre cuatro veces el mayor valor del cuarto de hora de mayor demanda. El cálculo se determinó mediante la expresión 1.

$$FHP = \frac{\text{Volumen por hora}}{\text{Volumen maximo de cuarto de hora x 4}} \quad (1)$$

2.8.2. CRITERIOS PARA EVALUAR LAS CONDICIONES GEOMÉTRICAS

El manual del HCM y el MTC usan los volúmenes de la hora pico dividido entre el factor hora pico, este actúa como un factor de seguridad para evaluar las condiciones geométricas donde se colocarán el número de carriles que tienen

cada intersección, los giros permitidos en cada uno de ellos y con sus volúmenes correspondientes.

Para determinar las condiciones geométricas para el año 2024 y 2029 se utilizó un factor de crecimiento de 11.21% utilizado en la tesis Influencia de la construcción del puente Arequipa en los niveles de servicio en las intersecciones de la calle Real con Jr. Ayacucho y la calle Real con Jr. Santa Rosa (Herrera Colonio, 2019).

2.8.3. CRITERIOS PARA EVALUAR EL NIVEL DE SERVICIO

2.8.3.1. Nivel de servicio en intersecciones no semaforizadas

Una vez determinada las condiciones geométricas, se pasa a evaluar el nivel de servicio (Anexo 36, Anexo 37 Anexo 38, Anexo 39, Anexo 40, Anexo 41, Anexo 42, Anexo 43, Anexo 45, Anexo 46, Anexo 47) en las horas pico mayores entre los tres días (lunes, viernes, sábado), una para la mañana y otra para la tarde; primero se halló el nivel de servicio para las intersecciones no semaforizadas (I2 e I3), el NDS se halló usando la Tabla 2.

Tabla 2: Niveles de servicio de intersecciones no semaforizadas.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (s)
A	< 10
B	10 – 15
C	15 – 25
D	25 – 35
E	35 – 50
F	> 50.0

Fuente: HCM 2000

Las demoras se hallaron por sentido, para hallar el de la intersección se promediaron los resultados de multiplicación de demora por volumen dividiéndolo entre la suma de volumen de cada dirección de flujo.

Para hallar las demoras utilizamos la expresión 2.

$$D = e^{3.8(V/C)} \quad (2)$$

Donde D: retraso en la aproximación del sujeto, en segundos por vehículo.

V: Es el volumen total haciendo uso de la unidad coche patrón para unificar el peso

C: Capacidad normal del carril de la vía principal. Expresión 3.

$$C = 1000\%Vs + 700\%Vo + 200Ls - 100Lo - 300\%Lto + 200\%Rto - 300Ltc + 300Rtc \quad (3)$$

%Vs: volumen de flujo de vehículos en la dirección de origen

%Vo: volumen de flujo de vehículos en la dirección opuesta al origen

Ls: Número de carriles de la vía de origen

Lo: Número de carriles de la vía opuesta al origen

%Lto: Porcentaje de giros a la izquierda en el enfoque de carril único opuesto

%Rto: Porcentaje de giros a la derecha en el enfoque

%Ltc: Porcentaje de giros a la izquierda en el enfoque de carril de origen

%Rtc: Porcentaje de giros a la derecha en el enfoque de carril de origen.

2.8.3.2. Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas.

La intersección Av. Real con Jr. Bolognesi, la cual es semaforizada, se utiliza para determinar el nivel de servicio, los valores fueron procesados en tabla Excel (Anexo 48, Anexo 49, Anexo 50, Anexo 51, Anexo 52, Anexo 53).

Tabla 3: Niveles de servicio de intersecciones semaforizadas.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (s)
A	< 10
B	10 – 20
C	20 – 35
D	35 – 55
E	55 – 80
F	> 80.0

Fuente: HCM 2000

Se calculó el nivel de servicio para cada grupo de carriles de acuerdo con la expresión 4, para después promediarlo y sacara un nivel de servicio para la intersección semaforizada Av. Real con Jr. Bolognesi.:

$$TDi = PFi (d1 + d2) \quad (4)$$

Donde

TDi: Demora total del grupo de acercamiento "i"

PFi: factor de progresión para el grupo "i" que refleja la condición de llegada de vehículos. Si los vehículos llegan cuando está en rojo, $PF > 1$. Llegadas aleatorias = 1.0. Llegadas en verde $PF < 1.0$

Con la expresión 5 se calculó d1

$$d1 = 0.38C \frac{\left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)^X} \quad (5)$$

Donde

D1: Demora de control uniforme asumiendo llegadas uniformes (seg/veh).

C: Ciclo del semáforo

X: volumen unificado entre capacidad del grupo

g: tiempo en verde del ciclo del semáforo

Con la expresión 6 se calculó d2.

$$d2 = 173X^2 \left[X-1 + \sqrt{(X-1)^2 + 16 \frac{X}{c}} \right] \quad (6)$$

Donde

Intersección Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel fuentes – intersección principal X: volumen unificado entre capacidad del grupo

c: capacidad del grupo (expresión 7)

$$c = \frac{sg}{c} \quad (7)$$

S: velocidad de flujo de saturación para el grupo de carriles sujeto, expresado como un total para todos los carriles en el grupo de carriles, se mide en (veh/h). Se calculó con la expresión 8.

$$S = S_o N f_w f_{Hv} f_g f_p f_{bb} f_a f_{Lu} f_{Lt} f_{Rt} f_{Lpb} f_{Rpb} \quad (8)$$

S_o: volumen de saturación base por carril (pc/h/ln)

El cálculo comenzó con la selección de una tasa de flujo de saturación base, para el presente trabajo se tomó como valor a 1900 autos de pasajeros por carril, debido a que representa un flujo ideal, lo cual se fue ajustando de acuerdo a las condiciones de la intersección.

N: número de carriles en el grupo de carriles

La Av. Real tiene dos carriles por sentido, los vehículos provenientes de norte tienen dos giros frente – derecha y frente – izquierda, es por ello que se considera como un carril para cada tipo de giro, lo mismo ocurre para los que provienen del sur. El Jr. Bolognesi en cambio tiene un carril por sentido, tanto los vehículos provenientes del este como oeste tienen pueden girar frente – derecha – izquierda, por ello también se considera N= 1.

Fw: factor de ajuste para ancho de carril

Para hallar este valor, se usó la expresión 9:

$$fA = 1 + \frac{(W-12)}{30} \quad (9)$$

W: ancho de carril (las unidades son en pies)

fHv: factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico

Se definió a los vehículos pesados como aquellos con más de cuatro neumáticos tocando el pavimento, El factor de los vehículos pesados representa el espacio adicional ocupado por estos vehículos y la diferencia en las capacidades operativas de estos en comparación con los automóviles, para calcular este factor se utilizó la expresión 10

$$fHv = \frac{100}{100 + \%Hv(Et-1)} \quad (10)$$

Et: factor de conversión para camiones Et=2.

Se calculó el porcentaje de vehículos pesados en la hora pico representativo de la mañana y de la tarde como se muestra en la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4: Porcentaje de vehículos pesados intersección I3 (mañana).

VEHICULOS LIVIANOS						VEHICULOS PESADOS					
Norte		Sur		Este	Oeste	Norte		Sur		Este	Oeste
F/I	F/D	F/I	F/D	F/D/I	F/D/I	F/I	F/D	F/I	F/D	F/D/I	F/D/I
108.5	114	138.5	126.5	77	60	1	1	1	1	2	0
100.5	113	141.5	135.5	60	60	0.5	0.5	0.5	0.5	6	0
115	122	136.5	127.5	72	59	1.5	1.5	0.5	0.5	2	2
113	114	143	136	62	58	0	0	2.5	1.5	2	1
437	462	559.5	525.5	271	237	3	3	4.5	3.5	12	3
%Vehiculos Pesados						0.68	0.65	0.80	0.66	4.24	1.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Porcentaje de vehículos pesados intersección I3 (Tarde).

VEHICULOS LIVIANOS						VEHICULOS PESADOS					
Norte		Sur		Este	Oeste	Norte		Sur		Este	Oeste
F/I	F/D	F/I	F/D	F/D/I	F/D/I	F/I	F/D	F/I	F/D	F/D/I	F/D/I
116.5	124	159.5	144.5	66	46	1.5	1.5	1	2	3	0
105.5	105	128	117	70	60	1	1	0.5	0.5	2	0
87	96	134	132	83	51	1.5	2.5	1	1	5	0
89.5	90.5	130.5	124.5	78	61	2	4	1	1	6	0
398.5	415	552	518	297	218	6	9	3.5	4.5	16	0
%Vehiculos Pesados						1.48	2.13	0.63	0.86	5.11	0.00

Fuente: Elaboración propia.

fg: Factor de ajuste para el grado de aproximación, expresión 11.

$$fg = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (11)$$

Para el proyecto fg= 1, debido a que no existe pendiente en esta intersección y esto no afecta al grado de aproximación.

fp: Factor de ajuste para la existencia de un carril de estacionamiento y actividad de estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

El factor de ajuste de estacionamiento fp explica el efecto de fricción de un carril de estacionamiento en el flujo en un grupo de carriles adyacentes, así como el bloqueo ocasional de un carril adyacente por vehículos que entran y salen de los espacios de estacionamiento.

Como la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi no cuenta con un espacio de parqueo fp es igual a 1.

Figura 25: Condiciones para el factor fp pg: 300.

$$0 \leq Nm \leq 180$$

$$fp \geq 0.050$$

$$fp = 1.0 \text{ for no parking}$$

Fuente: HCM 2000.

fbf: factor de ajuste para el efecto de bloqueo de los autobuses locales que se detienen dentro del área de intersección

Este factor considera los impactos de los autobuses locales (combis, coaster, colectivos) que se detienen para recoger o bajar pasajeros, ya que esto bloquea el tráfico en el grupo de carril del objeto, se consideró que el semáforo este de color verde. Se utilizó la expresión 12.

$$fbf = \frac{N - \frac{7.64 NB}{3600}}{N} \quad (12)$$

La teoría del HCM 200 indica el valor de 14.4; sin embargo, se consideró 7.64, debido a que en la tesis Validación del factor por obstrucción de buses (fbf) para las condiciones del distrito de Huancayo - Junín- 2018 (Villaverde Ospinal, 2019) se halló este factor para la ciudad de Huancayo.

Para determinar NB, se realizó el conteo de combis, coaster y colectivos en las horas pico representativa de la mañana y de la tarde. Se muestra los resultados en la Tabla 6 y en la Tabla 7.

Tabla 6: NB de intersección I3 de 11.45am - 11.45 am.

Hora	Norte			Sur			Este			Oeste		
	lzq	Fre	Der	lzq	Fre	Der	lzq	Fre	Der	lzq	Fre	Der
10:45-11:45	0	19	2	0	1	3	0	8	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Tabla: NB de intersección I3 de 12.45pm- 01.45 pm.

Hora	Norte			Sur			Este			Oeste		
	lzq	Fre	Der	lzq	Fre	Der	lzq	Fre	Der	lzq	Fre	Der
12:15-01:15	0	21	1	0	4	1	0	10	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

fa: factor de ajuste para el tipo de área

Figura 26: Condiciones para el factor fp pag 360.

$$\begin{array}{l} fa = 0.90 \text{ in CBD} \\ fa = 1.00 \text{ in all other areas} \end{array}$$

Fuente: HCM 200

Como la intersección estudiada no está dentro del distrito financiero central (CBD) fa=1.

fLv: factor de ajuste para la utilización del carril.

Explica la distribución desigual del tráfico entre carriles con más de un carril, la intersección Av Real con Jr. Bolognesi solo cuenta con un carril por giro flu=1.

fLt: factor de ajuste para giros a la izquierda en el grupo de carriles

Para determinar este factor se utilizó la expresión 13:

$$f_{LT} = \frac{1}{1.0+0.05Plt} \quad (13)$$

Donde Plt: Proporción de vehículos que giran a la izquierda en un grupo que comparte carriles.

fRt: factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles.

Pretende principalmente reflejar el efecto de geometría, en esta intersección tenemos dos tipos de carriles para la Av. Real por ser carril compartido se utilizó la expresión 14.

$$f_{RT} = 1.0 - (0.15)PRT \quad (14)$$

Y para el Jr. Bolognesi por ser de un solo carril se utilizó la expresión 15.

$$f_{RT} = 1.0 - (0.135)PRT \quad (15)$$

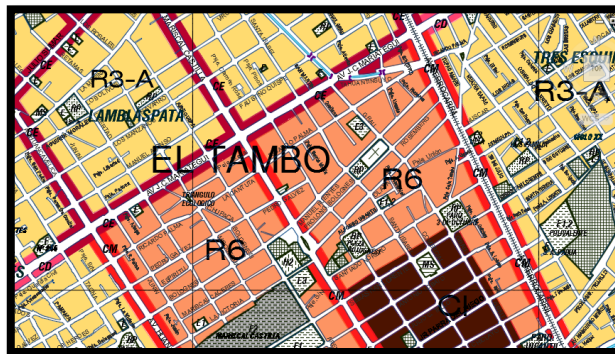
Donde PRT: Proporción de vehículos que giran a la derecha en un grupo que comparte carriles.

2.8.4. CRITERIOS DE VELOCIDAD

Un conductor no debe conducir un vehículo a una velocidad mayor que la permisible establecida según el tipo de zona, la velocidad elegida debe ser aquella que permita maniobrar el automóvil con facilidad para evitar algún accidente, el conductor siempre debe ir alerta a cualquier imprevisto que se presente.

Según (SUTRAN, 2018 pág. 32), en el Reglamento nacional de tránsito, establece las velocidades máximas para una intersección dentro de la zona urbana; si intersecan una Calle con un Jirón la velocidad máxima llega a ser 40Km/h, la intersección estudiada Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes pertenece a este tipo de situación, pero al ser no semaforizada la velocidad establecida para esta vía no debe superar los 30Km/h (Figura 27).

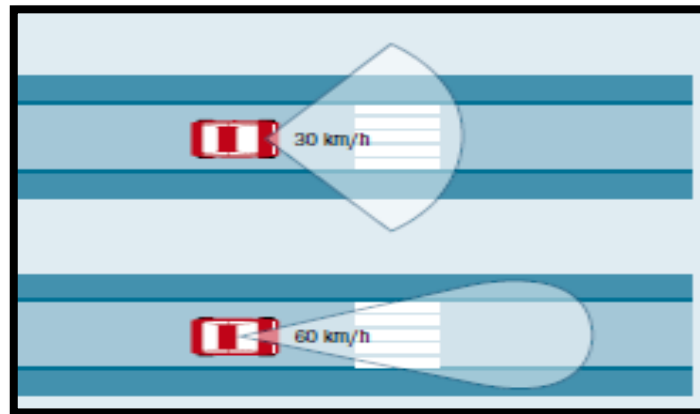
Figura 27: Zonificación de las intersecciones estudiadas (R6).



Fuente: PDU Huancayo.

Muchas veces esta condición no se respeta lo que involucra que se produzcan accidentes ya que el ángulo visual del conductor está relacionado inversamente proporcional con la velocidad, si la velocidad aumenta el rango de visión disminuye, se muestra en la Figura 28.

Figura 28: Relación entre rango de visión y velocidad.



Fuente: La movilidad segura de los colectivos más vulnerables.

Asimismo, la velocidad va relacionada directamente proporcional con la gravedad de los accidentes, a más velocidad mayor gravedad (Grosso, 2018), como se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8: Grado lesivo de un atropello en relación a la velocidad de circulación.

RELACION ENTRE LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN Y EL GRADO LESIVO DE UN ATROPELLO					
Velocidad de atropello (Km/h)	Probabilidad Fallecimiento (%) (Bonanomi, 1990)	Gravedad (Jodar y Redondo, 1998)	CONSECUENCIAS		
			Consecuencias para el peatón (%) (Ashton y Mckay, 1979)		
			Muerte	Lesiones	leso
80	100	Casi únicamente mortalidad	100	0	0
60	85				
55	-	Invalidez y casos frecuentes de mortalidad	85	15	0
50	-				
40	30	Aparición de casos de invalidez y mortalidad	45	50	5
30	-	Contusiones sin gravedad	5	65	30
<20	10	Ligeras contusiones			

Fuente: Grosso 2018.

2.8.5. CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL

Es importante garantizar la seguridad vial. El Reglamento nacional de tránsito menciona que los vehículos deben contar con una revisión técnica.

Los accidentes son un evento que causa daño a personas o cosas, se produce como resultado de la circulación de vehículos; en intersecciones no semaforizadas, como es el caso de nuestra intersección principal, los accidentes son más comunes y los factores que influyen en esto según el Manual de seguridad Vial fueron los siguientes: En ángulo recto la distancia de visibilidad, los volúmenes de tráfico altos, velocidades que sobrepase las permitidas en la zona de estudio y pavimentos resbaladizos.

La Policía Nacional del Perú es la encargada de controlar y garantizar la circulación de las vías vigilando el normal desarrollo del tránsito, así como de prevenir, investigar y reportar los accidentes. En el presente proyecto, para elegir la intersección Jr. Nemesio Raez con Manuel Fuentes, nos basamos en sus reportes, donde solo algunos accidentes estaban registrados y otros no por la falta de educación vial. Los accidentes registrados de los últimos tres años se muestran en la Tabla 9 en los cuales se presentan daños materiales, lesiones leves y uno de gravedad.

Tabla 9: Accidentes registrados en la intersección I2 data 2013 - 2018.

FECHA	DISTRITO	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR DONDE OCURRIO	CONSECUENCIAS (CANTIDAD)		
				DAÑOS MATERIALES (SI/NO)	LESIONES	FATALES
02-ago-16	EL TAMBO	CHOQUE CON SUBSECUENCIA DE LESIONES PERS. Y DAÑOS MAT.	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES		1	
02-ago-17	EL TAMBO	CHOQUE Y FUGA	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES		0	
07-ago-17	EL TAMBO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES		2	
08-nov-17	EL TAMBO	CHOQUE Y FUGA	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES		2	
16-nov-17	EL TAMBO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES		1	
06-abr-18	EL TAMBO	ATROPELLO	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES	NO	1	0
24-abr-18	EL TAMBO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES	SI	1	0
17-jul-18	EL TAMBO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES	SI	0	0
04-nov-18	EL TAMBO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	JR. NEMESIO RAEZ Y JR. MANUEL FUENTES	SI	1	0

Fuente: Policía Nacional de Perú.

2.8.6. REQUISITOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS

El manual de dispositivos de tránsito automotor para calles y carreteras del MTC, menciona condiciones mínimas para la colocación de semáforos como método calmante de tráfico.

Según (MTC, 2018 pág. 378) bastaría que una condición se cumpla para justificar la instalación.

Condición 1: Volumen vehicular para ocho horas.

Condición 2: Volumen vehicular para cuatro horas.

Condición 3: Volumen vehicular para horas punta.

Condición 4: Volumen peatonal.

Condición 5: Movimiento o circulación progresiva.

Condición 6: Accidentes frecuentes.

Condición 7: Red vial.

Condición 8: Intersecciones cercanas a pasos a nivel ferroviario.

Condición 9: Combinación de las condiciones anteriores.

2.8.6.1. Condición 1: Volumen vehicular para ocho horas

Para satisfacer a la condición 1 se deberá de analizar dos sub condiciones, estos están sujetos al volumen vehicular (Tabla 10) y cuando el flujo vehicular es tan densa que la vía principal sufra retrasos excesivos (Tabla 11).

La condición se considera satisfecha si el análisis por ocho horas supera el volumen mínimo de la columna correspondiente a la velocidad de la intersección.

La evaluación se determina como condición satisfecha si el volumen de la intersección por hora del análisis de ocho horas supera el volumen mínimo de la primera columna de 100%.

Tabla 10: Parámetros de Subcondición 1A

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la Vía Principal (Total de ambas accesos)				Vehículos por hora en la Vía Secundaria (mayor volumen de uno de los accesos)			
Vía Principal	Vía Secundaria	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	500	400	350	280	150	120	105	84
2 o más	1	600	480	420	336	150	120	105	84
2 o más	2 o más	600	480	420	336	200	160	140	112
1	2 o más	500	400	350	280	200	160	140	112

Fuente: Manual de dispositivos de tránsito automotor para calles y carreteras p. 379.

Tabla 11: Parámetros de Subcondición 1B.

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la Vía Principal (Total de ambas accesos)				Vehículos por hora en la Vía Secundaria (mayor volumen de uno de los accesos)			
Vía Principal	Vía Secundaria	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	750	600	525	420	75	60	53	42
2 o más	1	900	720	630	504	75	60	53	42
2 o más	2 o más	900	720	630	504	100	80	70	56
1	2 o más	750	600	525	420	100	80	70	56

Fuente: Manual de dispositivos de tránsito automotor para calles y carreteras p. 379.

(MTC, 2016) “El criterio de evaluación de esta condición es excluyente, es decir, si (A) o (B) analizados individualmente satisfacen, no es necesario analizar la otra sub condición, ni de la combinación de estas” (p. 379).

2.8.6.2. Condición 2: Volumen vehicular para ocho horas.

Para que la condición 2 se considere satisfecha se deberá hacer un análisis de cuatro horas según la velocidad de los vehículos en la intersección, la Figura 29 se usa cuando las velocidades son mayores a 60 km/h y la Figura 30 si la velocidad indica menos de 60 km/h.

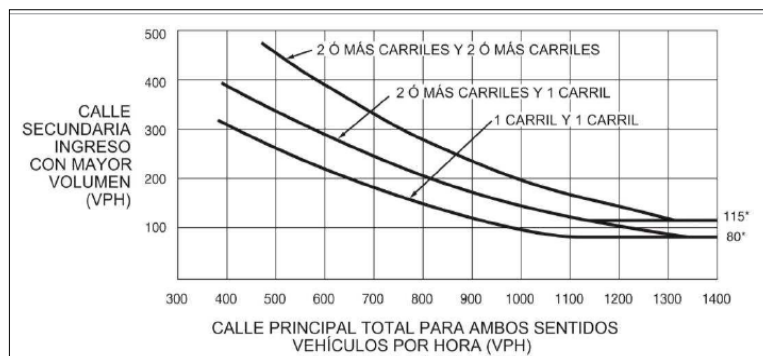
Los valores de la vía principal se colocarán en el eje X mientras que el máximo valor de la vía secundaria en el eje Y, deberá colocarse por encima de la curva elegida según el diseño de la intersección para considerar la hora como válida.

Figura 29: Curvas para condición 2 (Velocidad 60 km/h a más).



Fuente: Grafico 6.6 del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” (p. 380).

Figura 30: Curvas para condición 2 (Velocidad 60 km/h a menos)



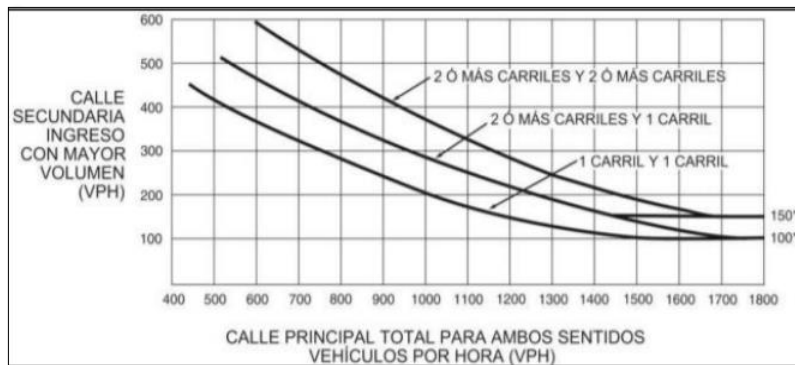
Fuente: Grafico 6.7 del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” (p. 380).

2.8.6.3. Condición 3: Volumen vehicular para horas punta.

Para que la condición 3 se considere satisfecha se deberá hacer un análisis de la hora punta de un día normal, según la velocidad de los vehículos en la intersección, la Figura 31 se usa cuando las velocidades son mayores a 60 km/h y la Figura 32 si la velocidad indica menos de 60Km/h.

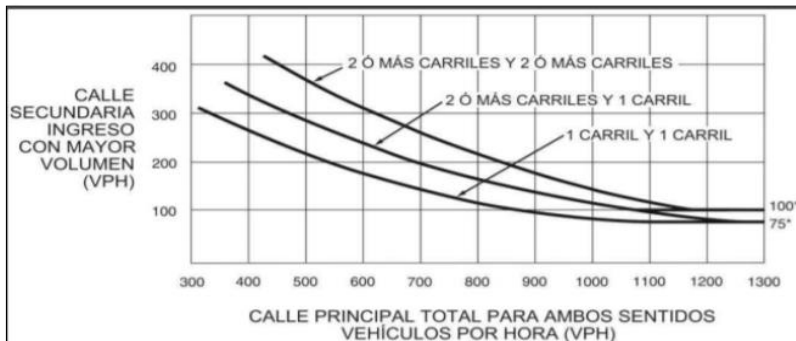
El valor de la vía principal se colocará en el eje X mientras que el máximo valor de la vía secundaria (un solo sentido) en el eje Y, deberá colocarse por encima de la curva elegida según el diseño de la intersección para considerar la hora como válida.

Figura 31: Curvas para condición 3 (Velocidad 60 km/h a más).



Fuente: Grafico 6.18 del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” (p. 381).

Figura 32: Curvas para condición 3 (Velocidad 60 km/h a más).



Fuente: Grafico 6.19 del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” (p. 381).

2.8.7. MÉTODOS DE CALMADO DE TRÁFICO

2.8.7.1. Lomo de toro redondeado

El lomo de toro, aquí en Perú conocido como rompemuelle (Figura 33), tiene como propósito reducir la velocidad promedio a 30 km/h. Su colocación solo se podrá dar en vías locales según (CONASET, 2010 pág. 7) que es la norma vial que usan en Chile para solucionar problemas de seguridad vial. La intersección a estudiar es un R6, esto quiere decir que es una zona residencial y por ende una vía local.

Figura 33: Método de calmado de tráfico lomo de toro.



Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito – CONASET.

Requisitos de instalación

La instalación de “lomos de toro” se justificará cuando se cumpla al menos uno de los siguientes criterios:

- a. Al menos un accidente en los últimos dos años en la vía.
- b. Que la velocidad de operación en la vía en cuestión constituya un factor de riesgo de accidentes, particularmente de peatones, ciclistas, u otros usuarios vulnerables.
- c. Que la vía esté siendo utilizada, o que se prevea como impacto de nuevos proyectos.

Ubicación

Los lomos de toro deberán ubicarse conforme a las siguientes reglas:

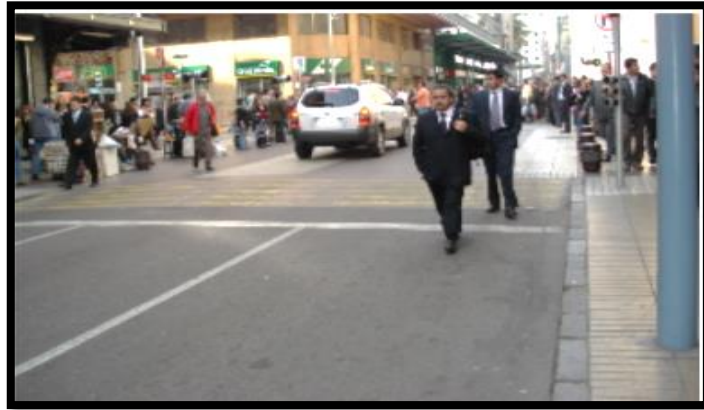
- a. A no menos de 30 m de un cruce cebra o de un cruce peatonal semaforizada.
- b. A no menos de 25 m de una línea de ferrocarril.
- c. A no menos de 25 m de cualquier parte de una estructura que esté bajo o sobre la calzada, como es el caso de pasarelas, pórticos, pasos sobre nivel, túneles, pasos bajo nivel, colectores, etc.
- d. No debe interferir con accesos vehiculares ni servicios públicos tales como: sumideros, cámaras de inspección, etc.

Los lomos de toro o rompemueller deberán instalarse preferentemente en serie, con un mínimo de dos. La distancia entre ellos, medida entre sus bordes más cercanos, no deberá ser menor a 20 m. ni mayor a 150 m.

2.8.7.2. Aceras continuas y plataformas

Las aceras continuas y plataformas son un método de calmado de tráfico (Figura 34) que puede reducir la velocidad promedio a 30 km/h o a menos (CONASET, 2010 pág. 12). Se pueden colocar en zonas urbanas y vías locales cuyas calzadas no tengan más de dos pistas. Sin embargo, en los casos en que el flujo de vehículos de carga pesada y/o de pasajeros supere el 2%, no se podrán instalar aceras continuas.

Figura 34: Aceras continuas y plataformas.



Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito – CONASET

Su instalación solo se podrá dar si cumple al menos uno de los siguientes criterios:

- a. Al menos un accidente en los últimos dos años en la vía.
- b. Que la velocidad de operación en la vía en cuestión constituya un factor de riesgo de accidentes, particularmente de peatones, ciclistas, u otros usuarios vulnerables.
- c. Que la vía esté siendo utilizada, o que se prevea como impacto de nuevos proyectos
- d. Cuando se desee reforzar el carácter local de vías que empalmen con una vía de mayor jerarquía.
- e. Si se desea privilegiar la conveniencia de la circulación peatonal a lo largo de una vía comercial proveyendo aceras continuas sobre las vías laterales.

Ubicación aceras continuas y plataformas

Las aceras continuas y plataformas deberán ubicarse conforme a las siguientes reglas:

- a. A no menos de 25 m de una línea de ferrocarril.

- b. A no menos de 25 m de cualquier parte de una estructura que esté bajo o sobre la calzada, tales como pasarelas, pórticos, pasos sobre nivel, túneles, pasos bajo nivel, colectores, etc.
- c. En vías con pendientes sobre 10%, a no menos de 25 m de la cima.
- d. A no más de 5 m de una luminaria pública.
- e. No debe interferir con accesos vehiculares ni servicios públicos tales como: sumideros, cámaras de inspección, etc.

En vías de un sentido de tránsito, la última acera continua o plataforma en el tramo recto no deberá ubicarse más allá del punto de inicio de una curva.

2.8.7.3. Estrechamiento de carriles

Los estrechamientos pueden lograr reducciones de velocidad de 20 - 45 Km/h disminuyendo el ancho del carril, lo cual depende del diseño y del tipo de vías donde se aplique, las cuales pueden ser desde pasajes, vías locales y de jerarquía superior, en la (Figura 35) se muestra el método descrito.

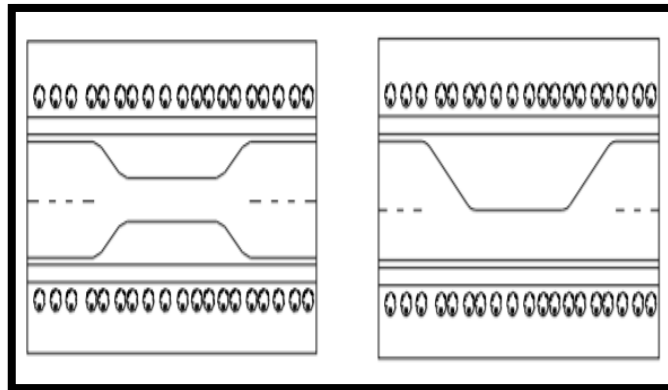
Figura 35: Estrechamiento de carril Calle 2 de Mayo con Centenario.



Fuente: Elaboración propia.

Este método de calmado de tráfico puede estar ubicado en la mitad de la calzada respecto a su eje o desplazados, según el entorno (figura 36).

Figura 36: Tipos de estrechamiento de carril

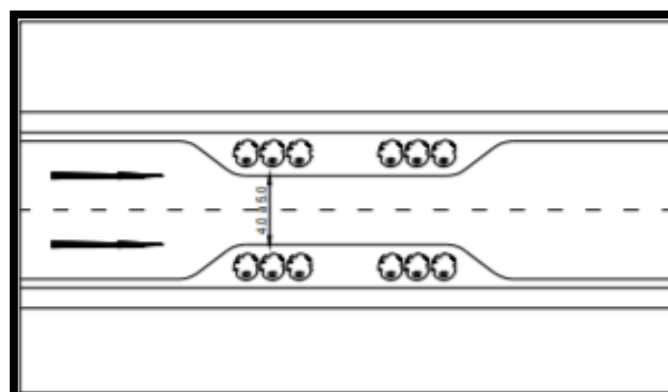


Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito – CONASET.

Para dejar espacio para un vehículo, el ancho debe ser entre 2.75 a 3.20 metros, y 4.00 a 5.50 metros, para dos vehículos. (CONASET, 2010 pág. 44).

Estos espacios pueden ser mayores dependiendo de las características del tráfico (flujos y tipo de vehículos).(Figura 37)

Figura 37: Reducción de carril.



Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito – CONASET

Nota: No es recomendable realizar estrechamientos de un espacio en las esquinas cuando la vía sea de doble sentido.

Cuando los estrechamientos son construidos en tramos, estos deben tener un ancho mínimo de un metro, de haber cruces peatonales debe ser de al menos cinco metros.

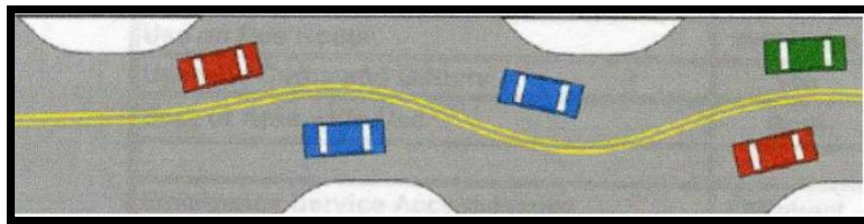
La longitud de los estrechamientos construidos en esquinas para impedir estacionamientos de vehículos no debe ser menor a 10 metros y de la extensión de la acera mínima de 2 metros. El ángulo de la acera con respecto a solera debe ser aproximadamente 45°.

2.8.7.4. Chicanas

Este método de calmado de tráfico puede reducir la velocidad del vehículo a 20-40 km/h dependiendo del diseño o colocando obstáculos para aminorar la fluidez vehicular (Figura 38).

Se puede instalar en zonas urbanas, excepto en autopistas y autovías. (CONASET, 2010 pág. 37).

Figura 38: Chicana - Desviación de vía Zigzag.



Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito – CONASET.

Requisitos

La instalación de “chicanas”, se justificará cuando se cumpla al menos uno de los siguientes criterios:

- a. Al menos un accidente en los últimos dos años en la vía.
- b. Que la velocidad sea un riesgo para los usuarios vulnerables.

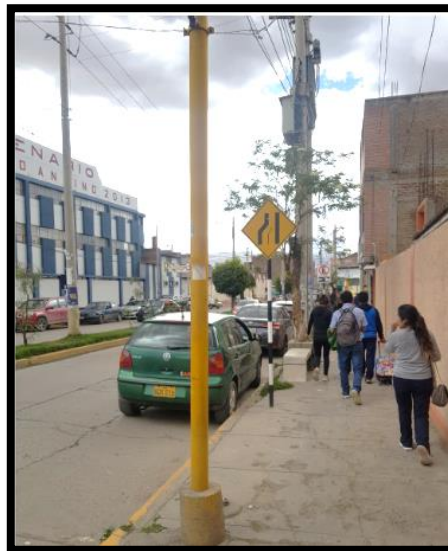
- c. Que la vía esté siendo utilizada, o que se prevea como impacto de nuevos proyectos

Ubicación

- a. No deben instalarse a menos de 20 metros de una intersección cuando la chicana esté en una vía de doble sentido de tránsito e interrumpa uno de los sentidos
- b. La vía donde se encuentra la chicana debe tener alumbrado público
- c. Su ubicación no debe interferir con accesos vehiculares ni elementos de servicios tales como: “sumideros, cámaras de inspección, espiras, etc.
- d. No deben instalarse a menos de 35 m. de una línea de ferrocarril.

La existencia de lomos de toro, aceras continuas y plataformas, deberá advertirse con la señal de tránsito, se muestra en la Figura 39.

Figura 39: Señal de estrechamiento de carril.



Fuente: Elaboración propia.

2.8.8. SOFTWARE SYNCHRO 7.0

El software Synchro 7.0 ha sido elaborado por la universidad Trafficware (TU) con sede fuera de Houston. Con este software, podemos determinar la capacidad, las demoras y el nivel de servicio de intersecciones y carreteras.

Para las intersecciones semaforizadas, se puede realizar un análisis macroscópico para optimizar, modelar, gestionar y simular los tiempos de semáforos.

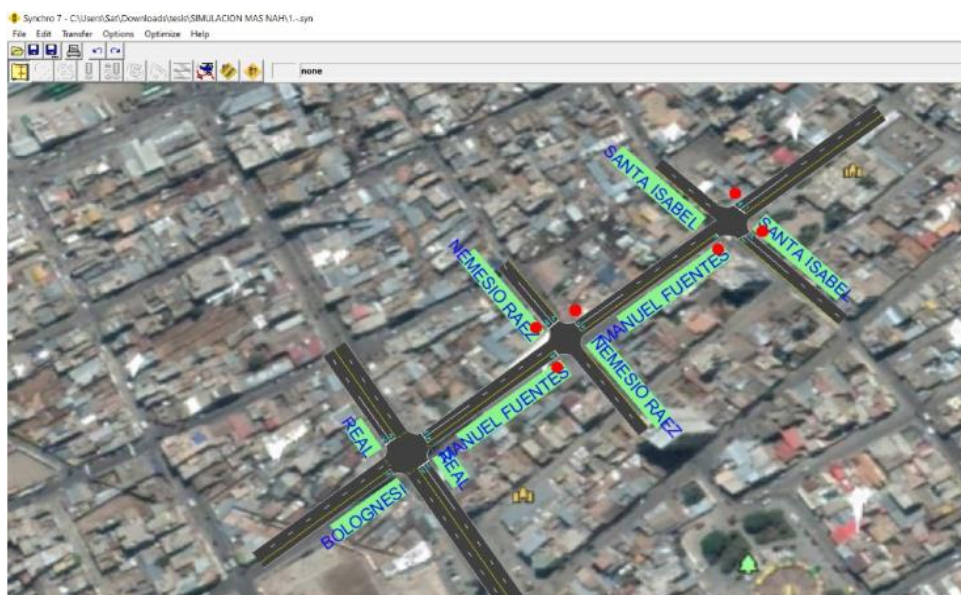
Este programa genera animaciones en 3D donde recrea la circulación de los vehículos y peatones deteniéndose frente a un semáforo, y cruzando las calles, para ello se colocan los tiempos de los semáforos, la velocidad de los vehículos, los volúmenes de estos y el ancho de los carriles.

Para el cálculo de la relación volumen-capacidad (v/c), Synchro incorpora todos los ajustes y estimaciones del HCM 2000, pero adicionalmente provee un método alternativo denominado ICU (Intersection Capacity Utilization).

Al hacer uso de este software, primero se exporta la imagen formato jpg después graficamos las vías colocando las características de cada una de ellas sus nombres, los volúmenes y finalmente procesamos los datos.

En la Figura 40, podemos observar las intersecciones estudiadas:

Figura 40: Intersecciones estudiadas graficadas en el software Synchro 7.0.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

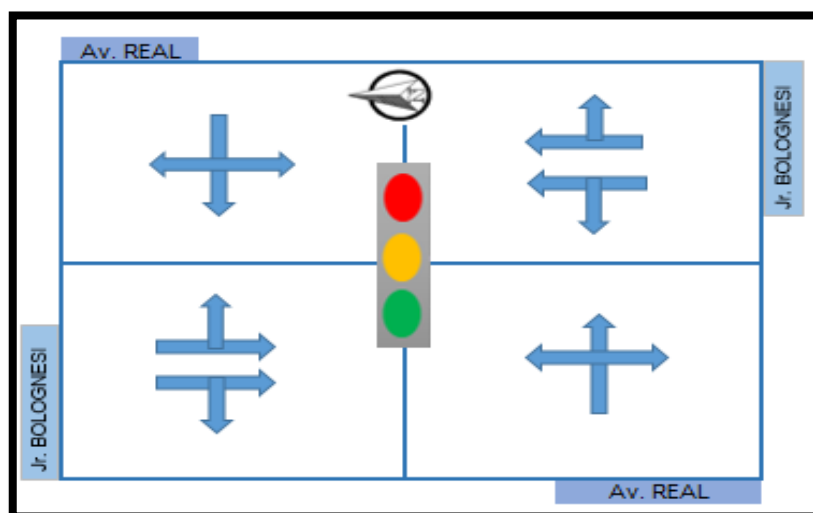
3.1. RESULTADOS

3.1.1. CONDICIÓN GEOMÉTRICA, VELOCIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

Condiciones geométricas de las intersecciones estudiadas

La Figura 41 muestra los giros permitidos, el número de carriles y los sentidos de la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi.

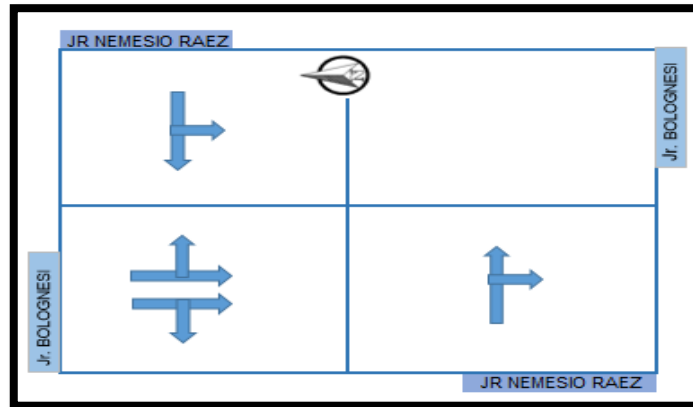
Figura 41: Representación esquemática de la geometría de la intersección I1.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 42 muestra los giros permitidos, el número de carriles y los sentidos de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

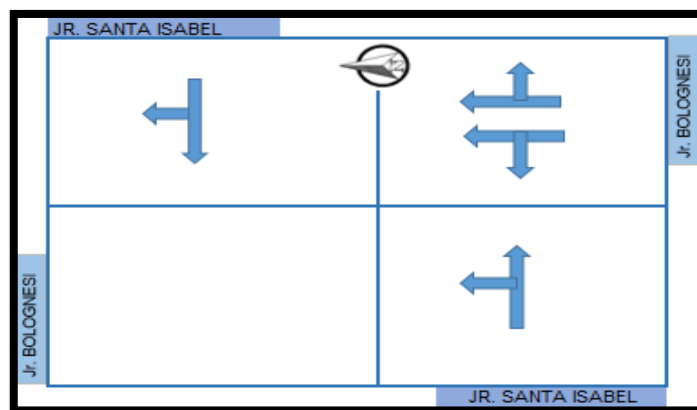
Figura 42: Representación esquemática de la geometría de la intersección I2.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 43 muestra los giros permitidos, el número de carriles y los sentidos de la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi.

Figura 43: Representación esquemática de la geometría de la intersección I3.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 44 muestra los giros permitidos, el número de carriles y los sentidos de las intersecciones estudiadas.

Figura 44: Condiciones geométricas de las tres intersecciones estudiadas.

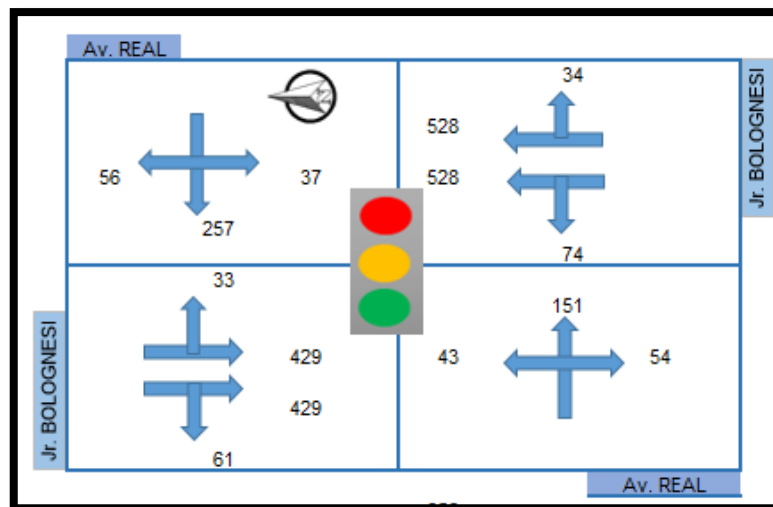


Fuente: Elaboración propia.

Representación esquemática de volúmenes

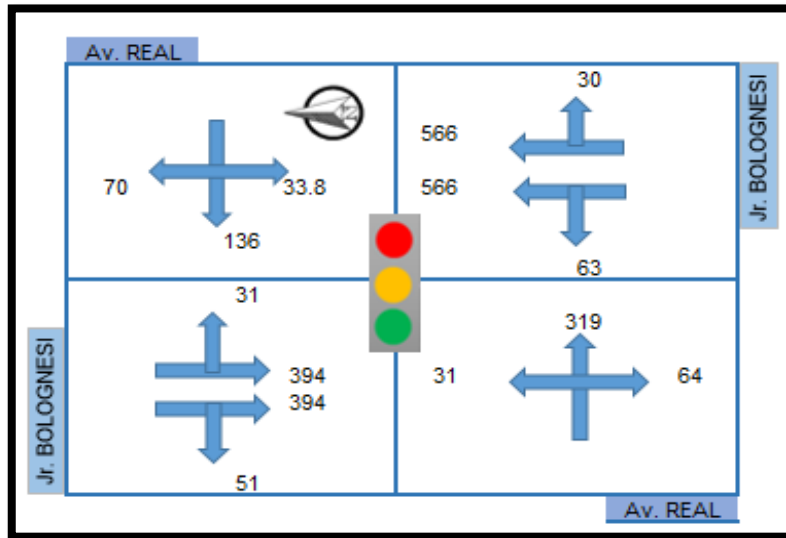
La Figura 45 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 46 del horario de la tarde de la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi para el presente año (2019).

Figura 45: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I1 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

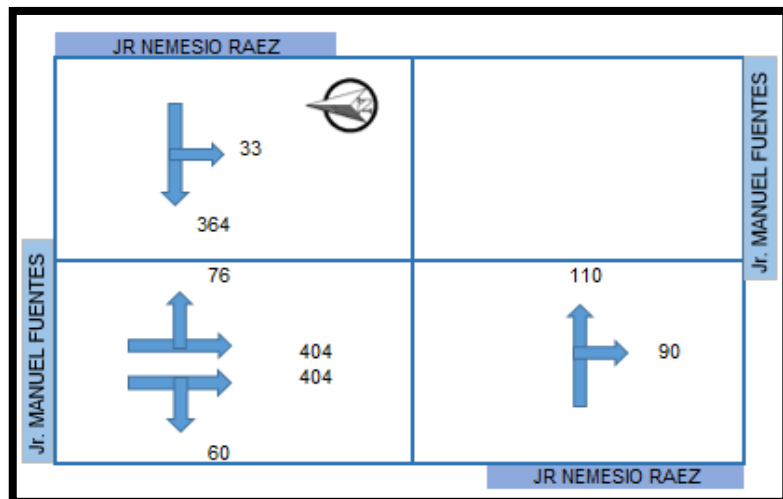
Figura 46: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I1 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia

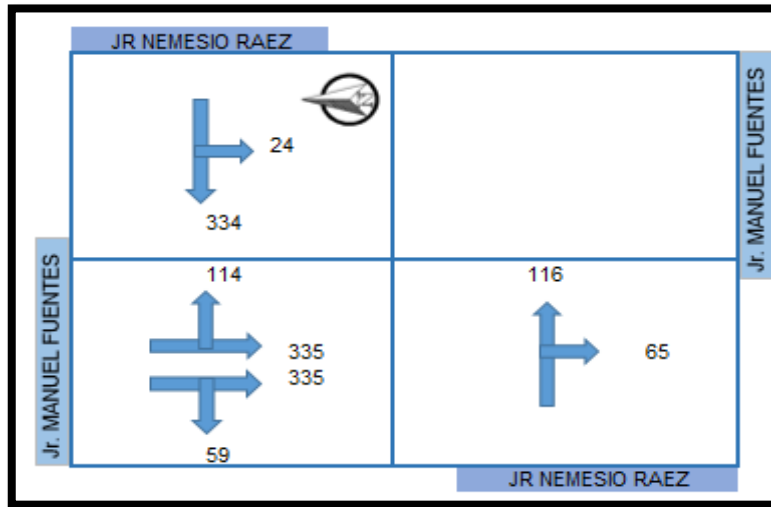
La Figura 47 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 48 del horario de la tarde de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes para el presente año (2019).

Figura 47: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I2 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

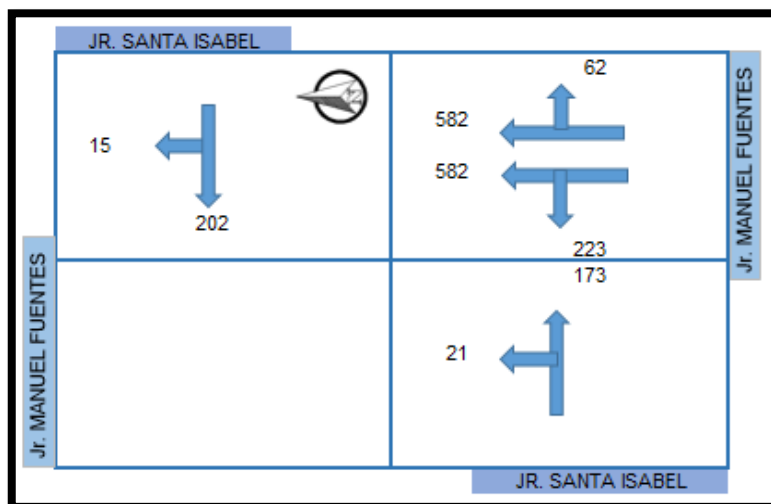
Figura 48: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I2 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

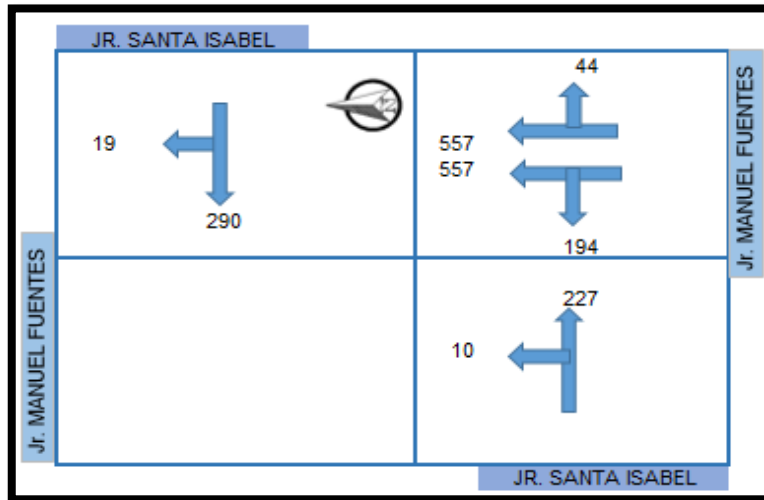
La Figura 49 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 50 del horario de la tarde de la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes para el presente año (2019).

Figura 49: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I3 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 50: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2019 intersección I3 (Tarde).

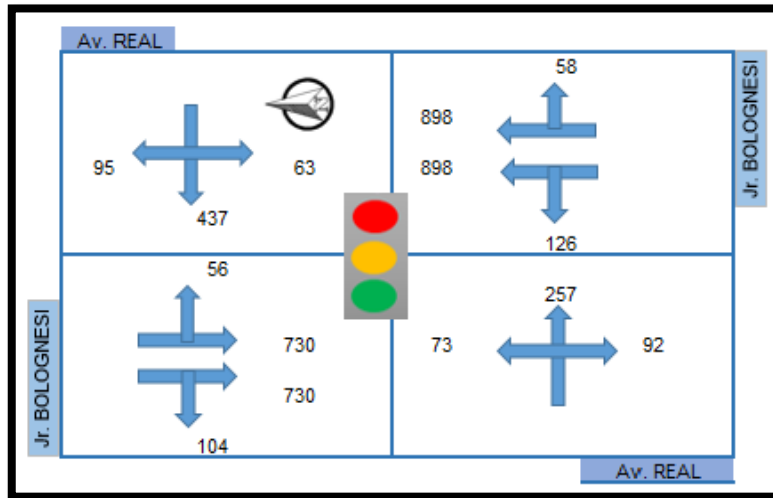


Fuente: Elaboración propia.

También se determinó las condiciones geométricas para el año 2024 y 2029 con un factor de crecimiento de 11.20 %, este factor fue utilizado por (Colonio, 2019) en la tesis Influencia de la construcción del puente Arequipa en los niveles de servicio de las intersecciones de la calle Real con Jr. Ayacucho y la calle Real con Jr. Santa Rosa, teniendo como fuente al Ministerio de Transportes.

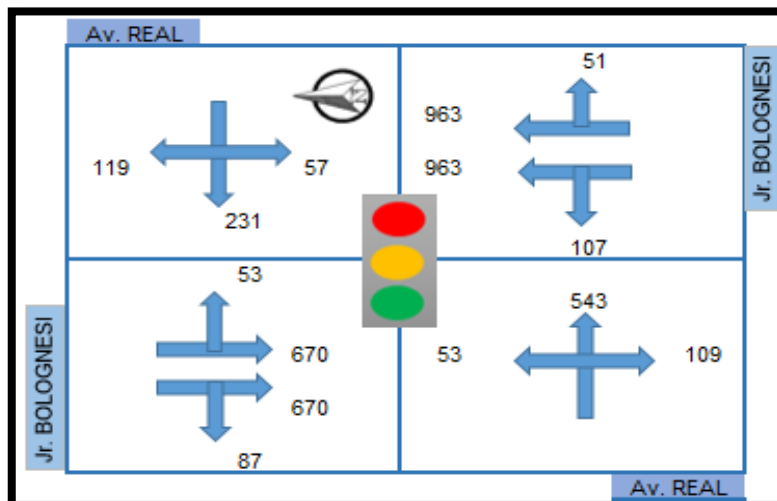
La Figura 51 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 52 del horario de la tarde de la intersección Av. Real y Jr. Bolognesi para el año 2024.

Figura 51: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I1 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

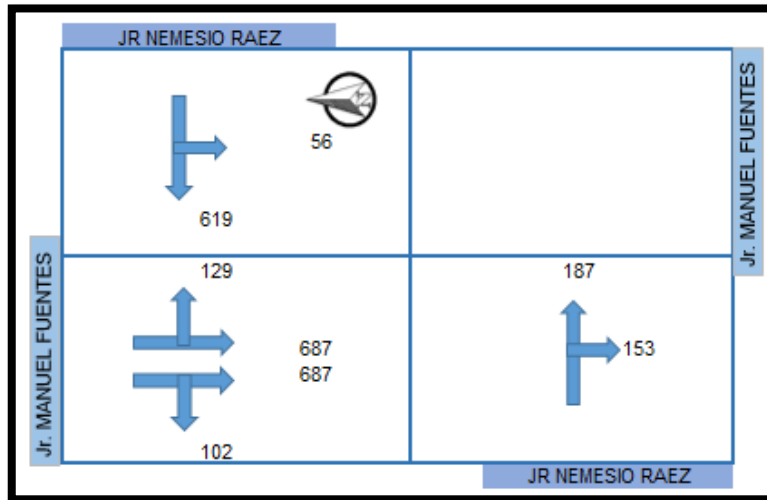
Figura 52: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I1 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

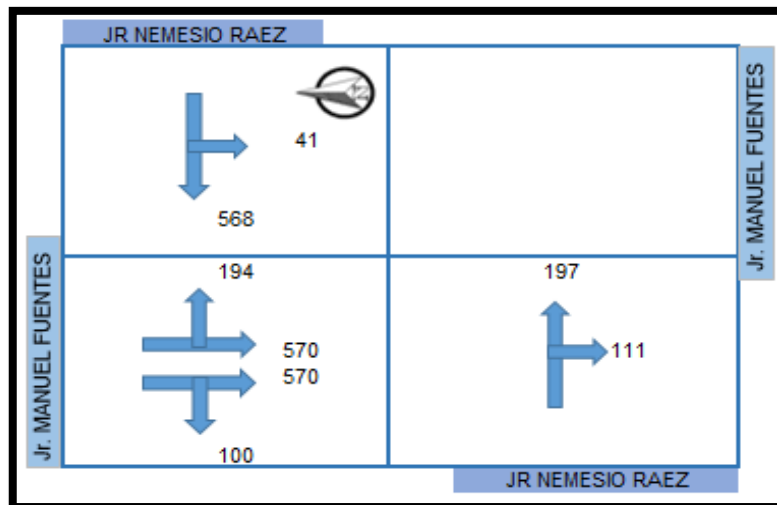
La Figura 53 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 54 del horario de la tarde de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes para el año 2024.

Figura 53: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I2 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

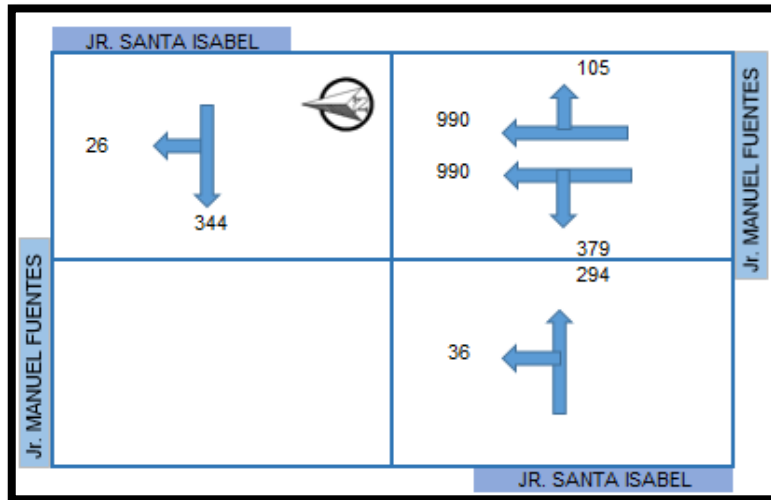
Figura 54: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I2 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

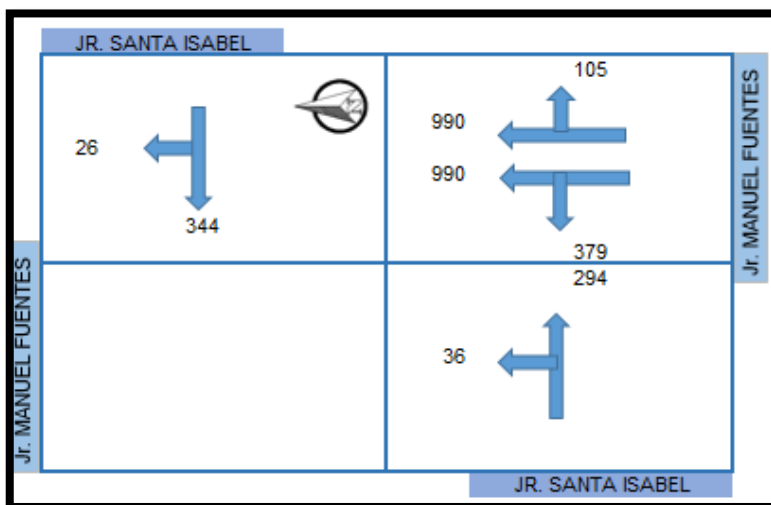
La Figura 55 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 56 del horario de la tarde de la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes para el año 2024.

Figura 55: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I3 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

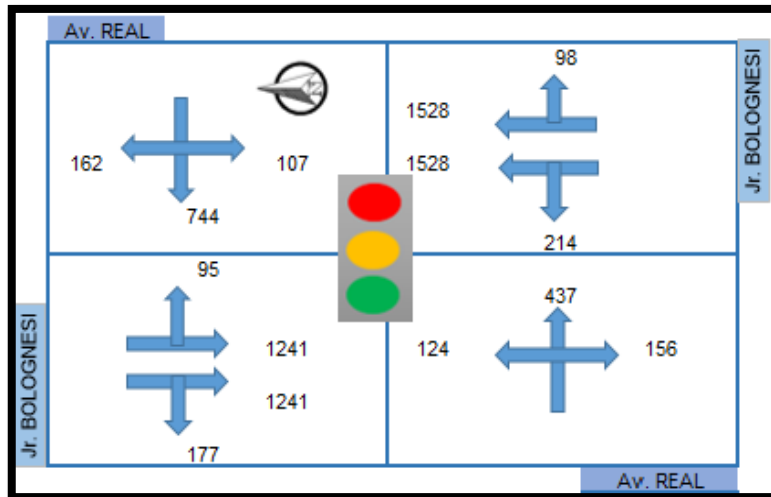
Figura 56: : Representación esquemática con los volúmenes por carril 2024 intersección I3 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

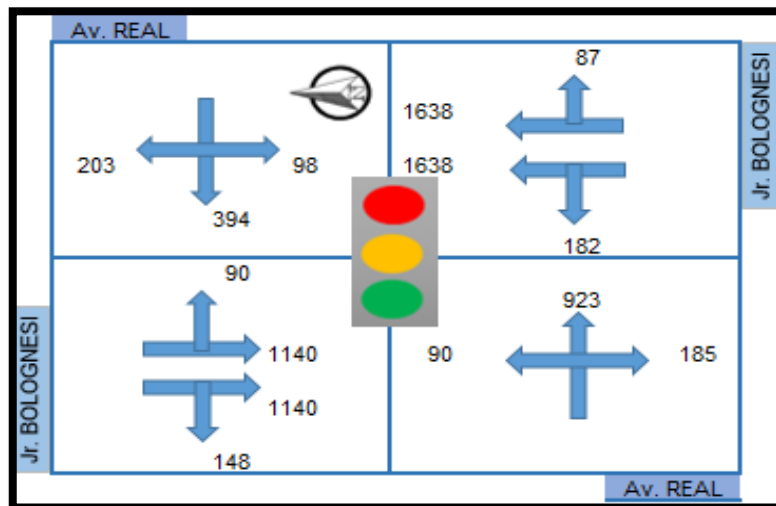
La Figura 57 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 58 del horario de la tarde de la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi para el año 2029.

Figura 57: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I1 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

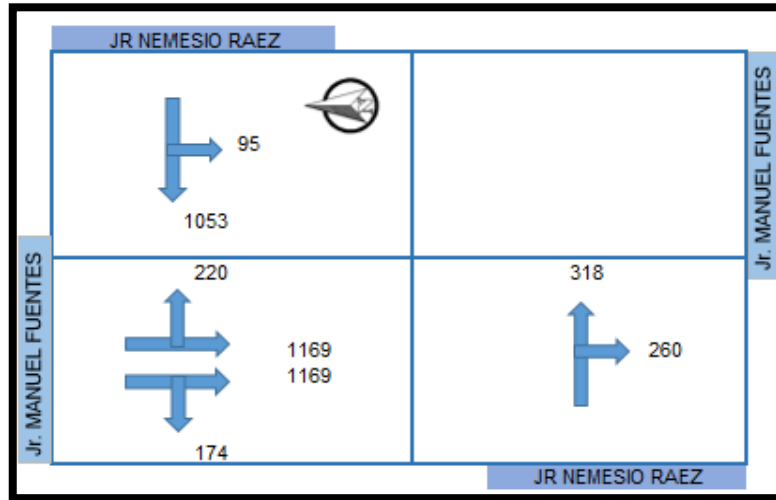
Figura 58: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I1 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia

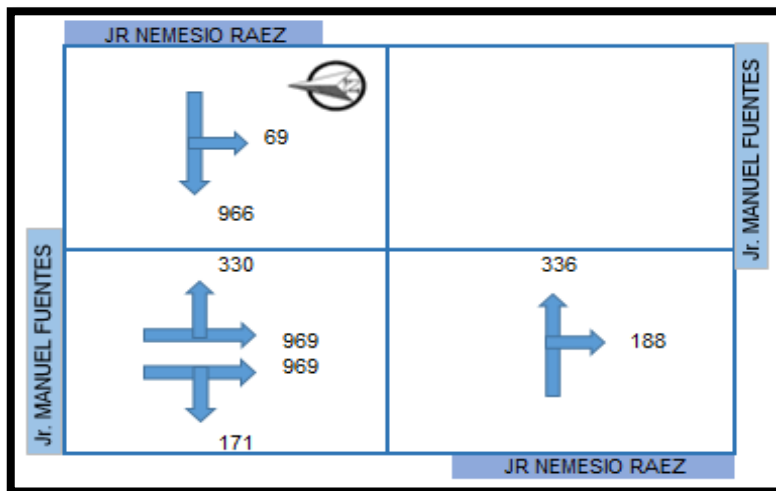
La Figura 59 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 60 del horario de la tarde de la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes para el año 2029.

Figura 59: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I2 (Mañana)



Fuente: Elaboración propia

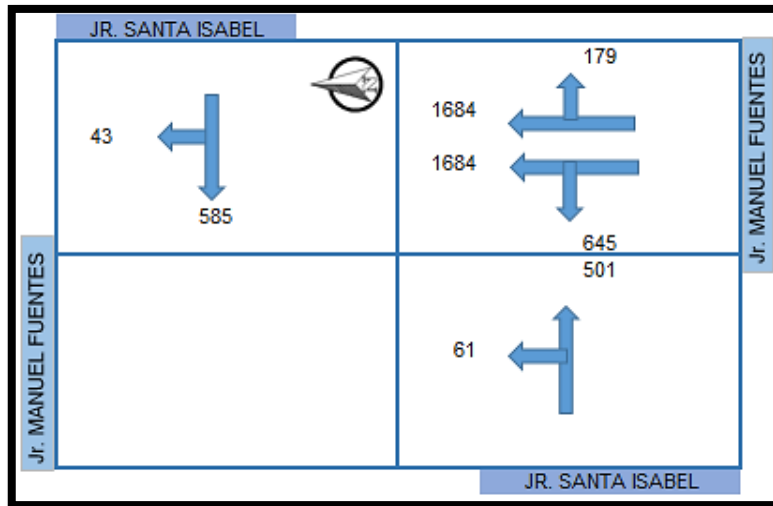
Figura 60: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I2 (Tarde).



Fuente: Elaboración propia

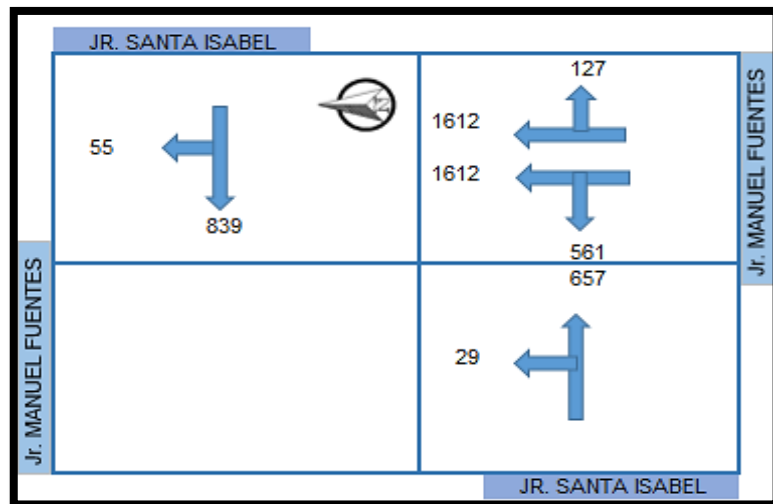
La Figura 61 muestra los volúmenes de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 62 del horario de la tarde de la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes para el año 2029.

Figura 61: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I3 (Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 62: Representación esquemática con los volúmenes por carril 2029 intersección I3 (Tarde).

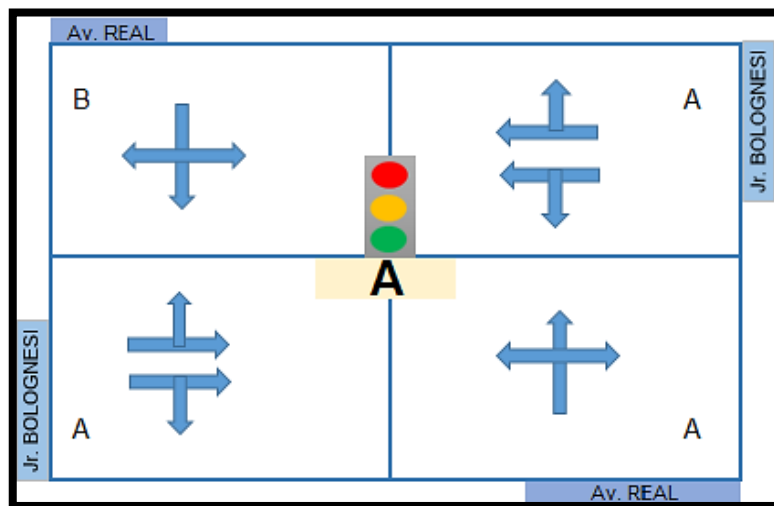


Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029 para las intersecciones estudiadas.

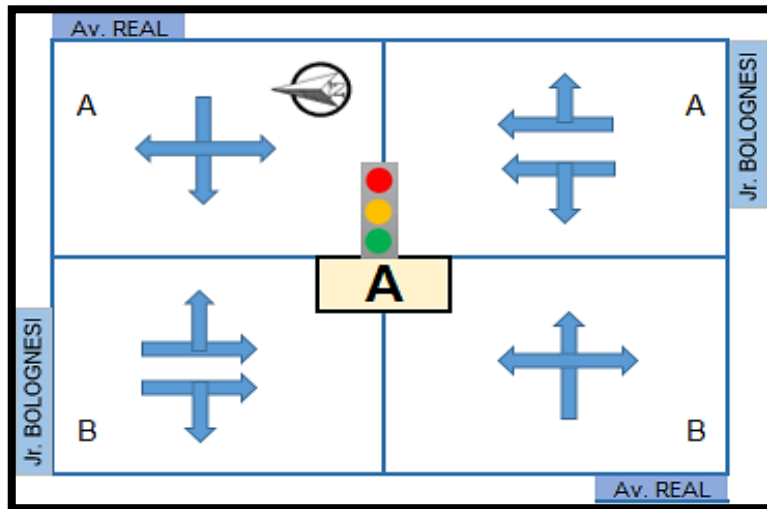
Se determinó el nivel de servicio de las intersecciones I1, I2 e I3 de la hora pico en los horarios mañana y tarde, respectivamente, basados en la norma HCM 2000, se muestra los resultados de la intersección semaforizada Av. Real con Jr. Bolognesi en la Figura 63 y Figura 64, de la intersección no semaforizada Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes en la Figura 65 y Figura 66 y de la intersección no semaforizada Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes en la Figura 67 y Figura 68 del presente año (2019).

Figura 63: NDS general y por carril de la intersección I1 (2019 - Mañana).



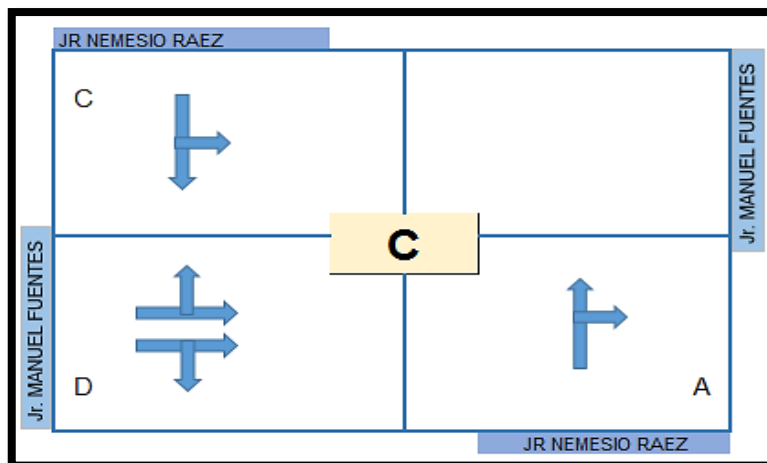
Fuente: Elaboración propia.

Figura 64: NDS general y por carril de la intersección I1 (2019 - Tarde).



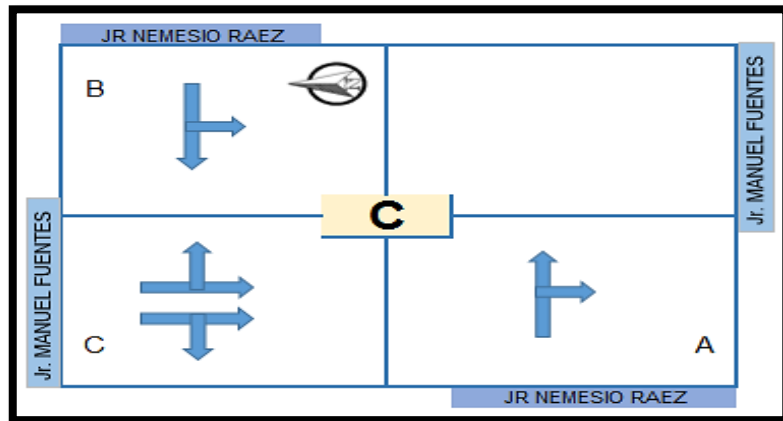
Fuente: Elaboración propia.

Figura 65: NDS general y por carril de la intersección I2 (2019 - Mañana).



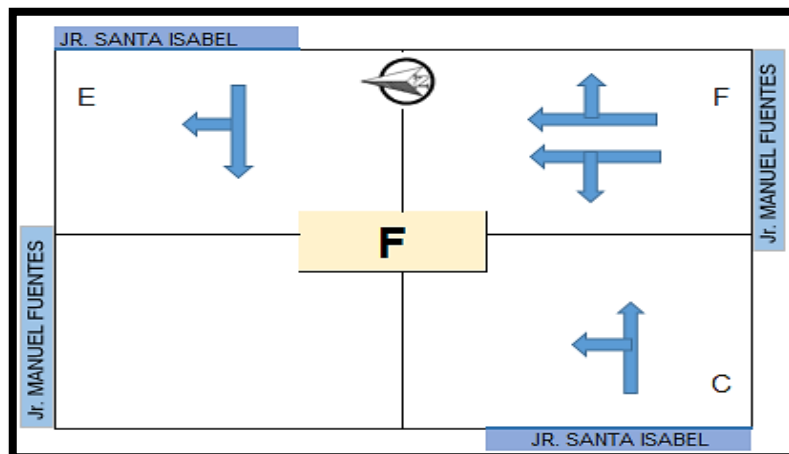
Fuente: Elaboración propia.

Figura 66: NDS general y por carril de la intersección I2 (2019 - Tarde).



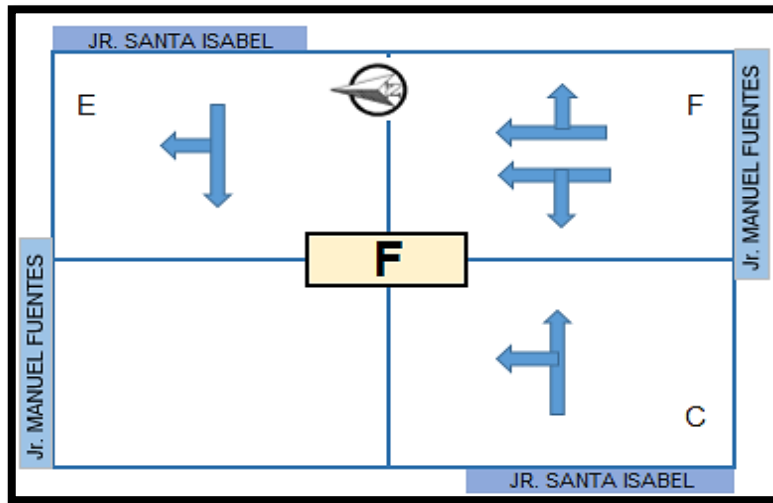
Fuente: Elaboración propia.

Figura 67: NDS general y por carril de la intersección I3 (2019 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

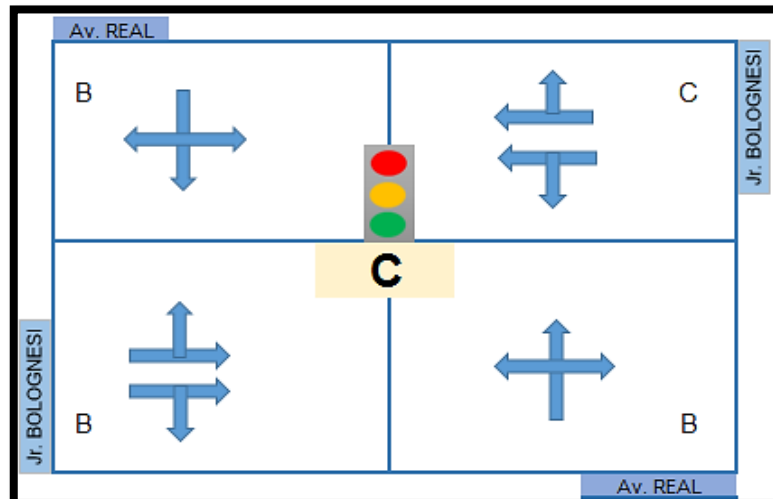
Figura 68: NDS general y por carril de la intersección I3 (2019 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

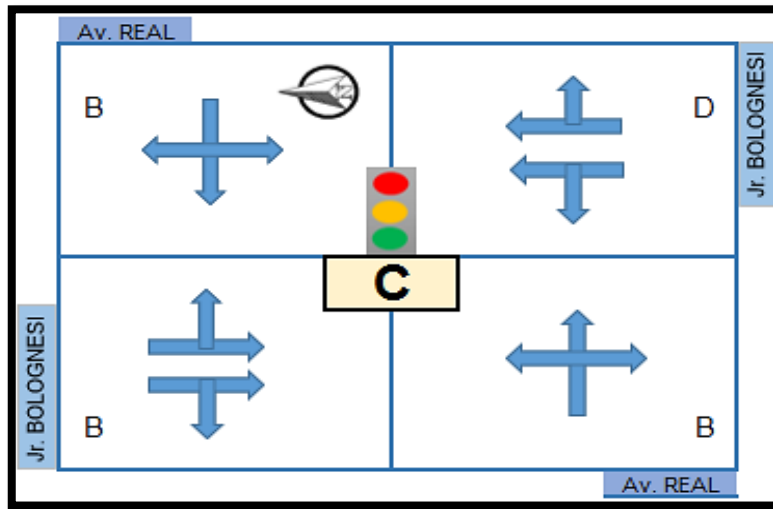
La Figura 69 muestra los niveles de servicio de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 73 del horario de la tarde de la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi para el año 2024.

Figura 69: NDS general y por carril de la intersección I1 (2024 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

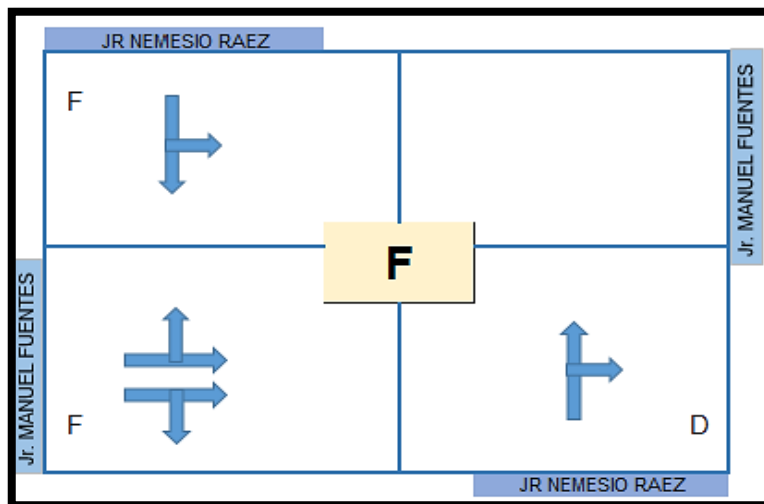
Figura 70: NDS general y por carril de la intersección I1 (2024 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

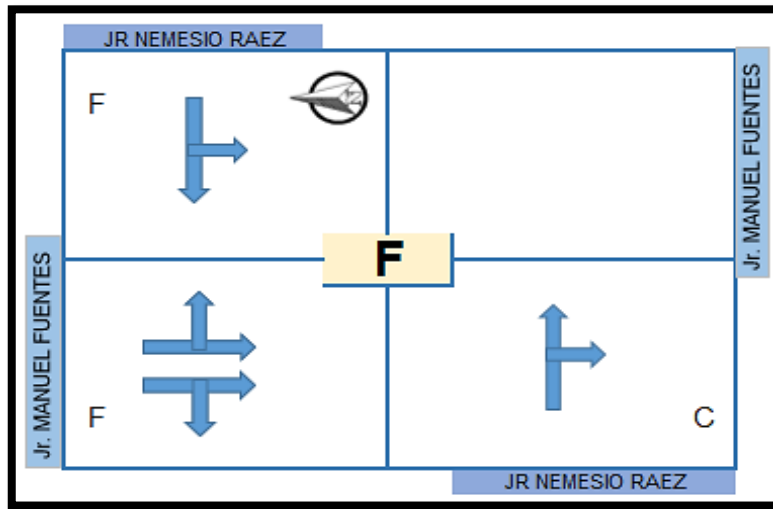
La Figura 71 muestra los niveles de servicio de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 72 del horario de la tarde de la intersección no semaforizada Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes para el año 2024.

Figura 71: NDS general y por carril de la intersección I2 (2024 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

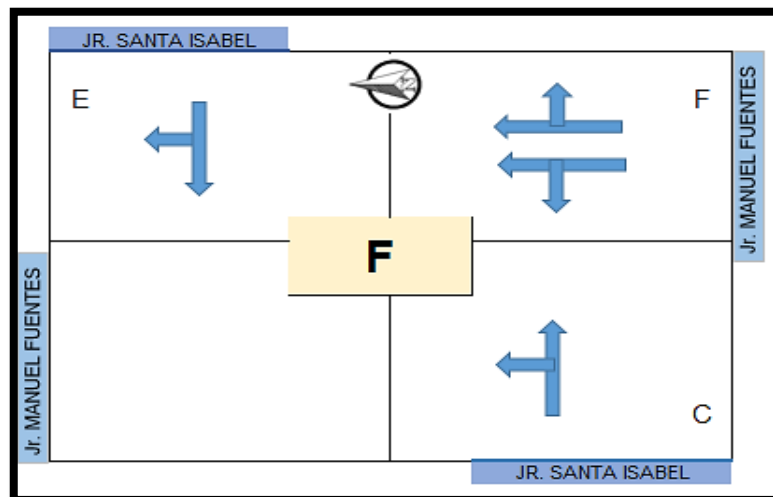
Figura 72: NDS general y por carril de la intersección I2 (2024 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia

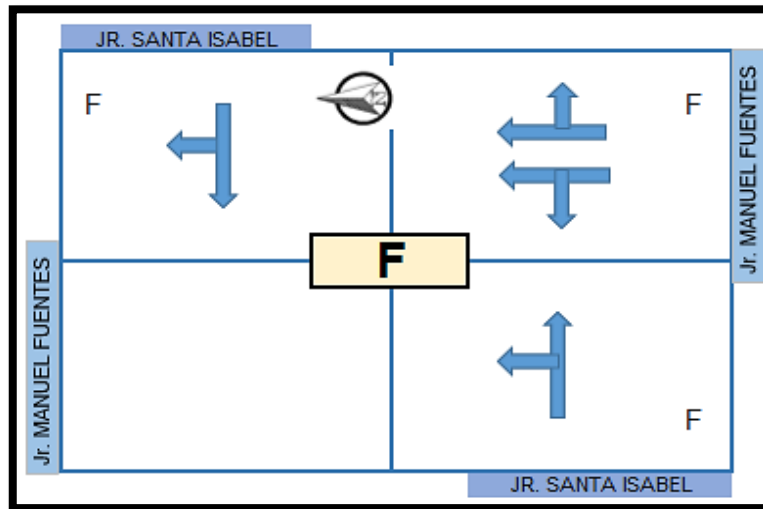
La Figura 73 muestra los niveles de servicio de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 74 del horario de la tarde de la intersección no semaforizada Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes para el año 2024.

Figura 73: NDS general y por carril de la intersección I3 (2024 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

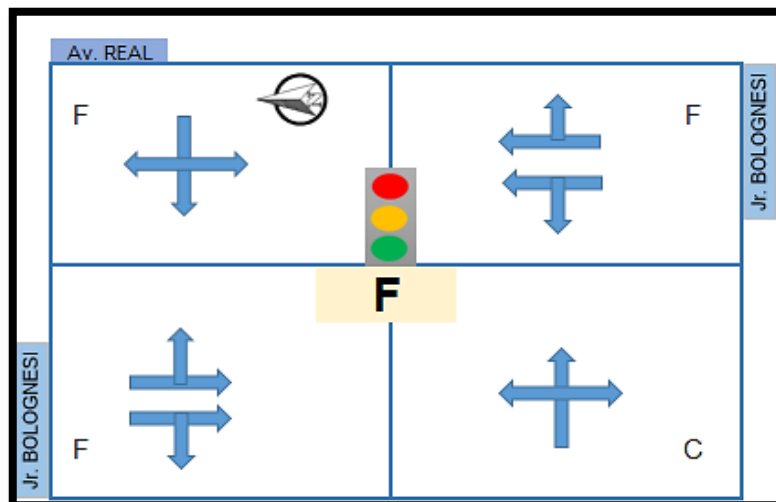
Figura 74: NDS general y por carril de la intersección I3 (2024 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

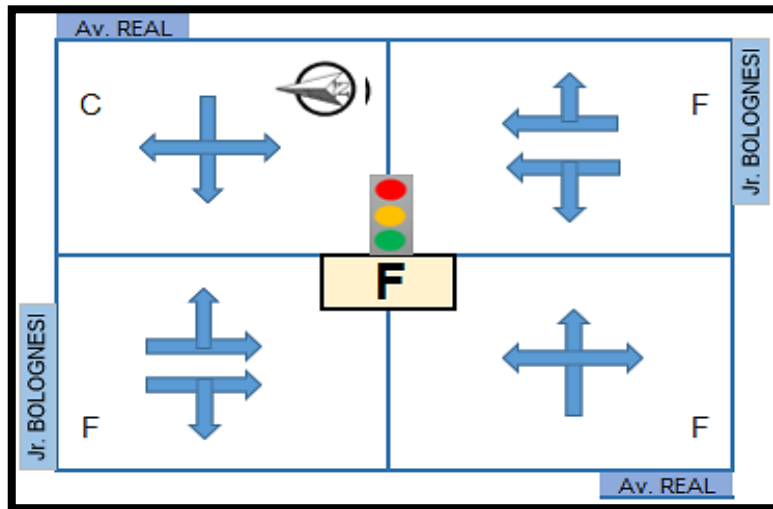
La Figura 75 muestra los niveles de servicio de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 76 del horario de la tarde de la intersección semaforizada Av. Real con Jr. Bolognesi para el año 2029.

Figura 75: NDS general y por carril de la intersección I1 (2029 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

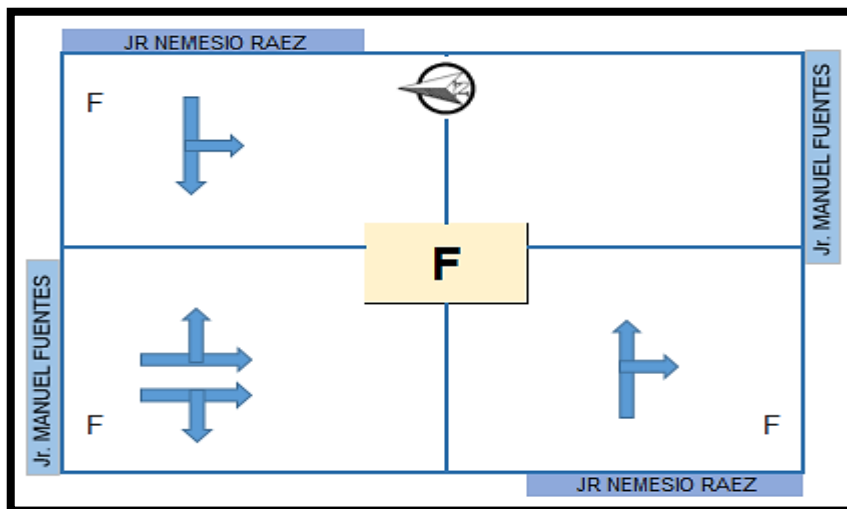
Figura 76: NDS general y por carril de la intersección I1 (2029 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

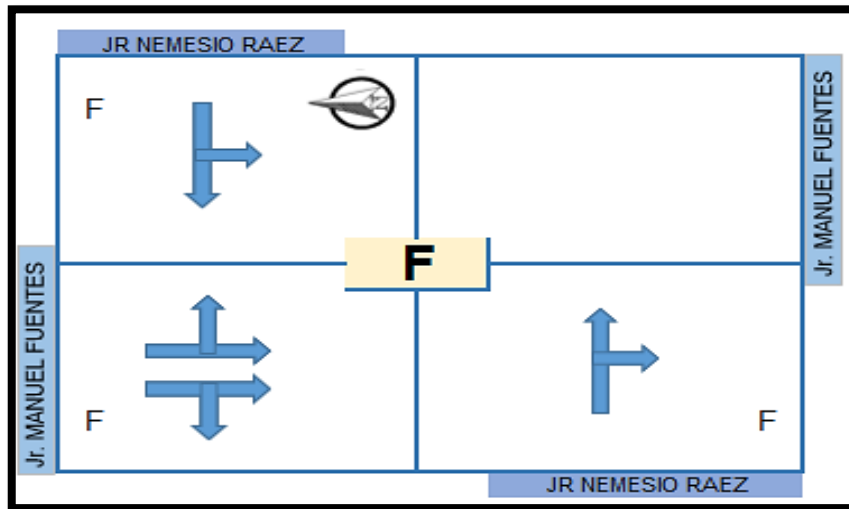
La Figura 77 muestra los niveles de servicio de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 78 del horario de la tarde de la intersección no semaforizada Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes para el año 2029.

Figura 77: NDS general y por carril de la intersección I2 (2029 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia

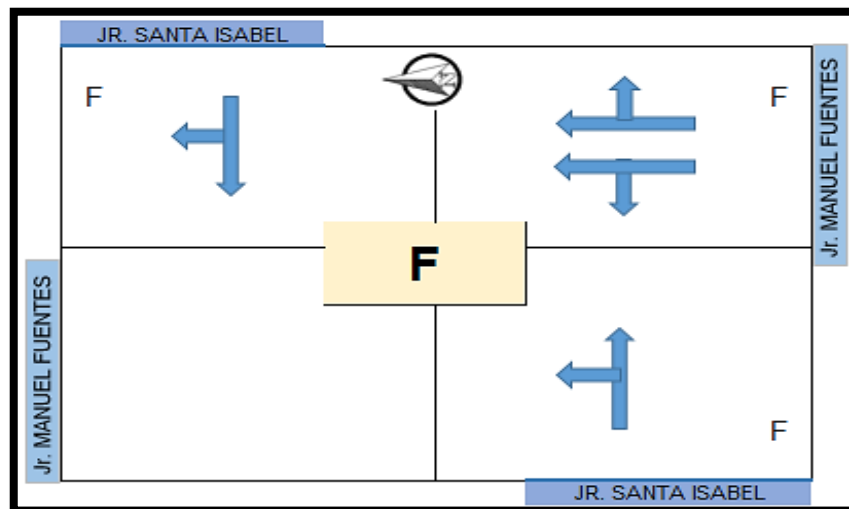
Figura 78: NDS general y por carril de la intersección I2 (2029 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

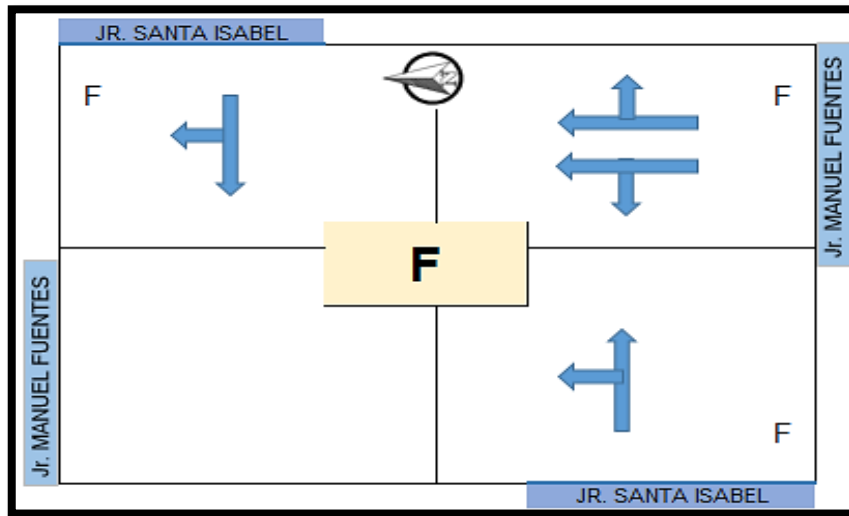
La Figura 79 muestra los niveles de servicio de la hora pico escogida en horario de la mañana y la Figura 80 del horario de la tarde de la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes para el año 2029.

Figura 79: NDS general y por carril de la intersección I3 (2029 - Mañana).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 80: NDS general y por carril de la intersección I2 (2029 - Tarde).



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 12 muestra en resumen los niveles de servicio de las tres intersecciones estudiadas en la mañana y en la tarde para los años 2019, 2024 y 2029.

Tabla 12: NDS de las intersecciones de estudio mañana y tarde.

	NDS SIN PROYECTO					
	2019		2024		2029	
	M	T	M	T	M	T
INTERSECCION 1	A	A	C	B	F	F
INTERSECCION 2	C	C	F	F	F	F
INTERSECCION 3	F	F	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

Tabla de velocidades

Para analizar las velocidades se eligieron los vehículos que transitaron durante las horas pico, tanto de la mañana como de la tarde, así como la hora con menor afluencia de vehículos, la muestra utilizada dio como resultado que la hora con

menor cantidad de vehículos es donde los vehículos tiene un mayor promedio de velocidad (Tabla 13).

Tabla 13: Velocidad de la intersección I2

	VELOCIDAD EN INT. 2 SIN PROYECTO		
	MAÑANA HORA PICO	TARDE HORA PICO	HORA CON MENOR VOLUMEN
PROMEDIO (Km/h)	13	10	17
DESVIACION ESTANDAR	7	3	11
NIVEL DE CONFIANZA (95%)	25.50	16.05	39.26

Fuente: Elaboración propia.

Las velocidades se midieron en la hora con menor afluencia de vehículos puesto que en la primera medición esta tuvo la velocidad promedio más alta, los resultados se presentan en la Tabla 14. es donde los vehículos tiene un mayor promedio de velocidad (Tabla 13).

Tabla 14: Velocidad de la I2 en la hora con menor afluencia.

	PROMEDIO (Km/h)	DESVIACION ESTANDAR	NIVEL DE CONFIANZA (95%)
HORA CON MENOR VOLUMEN	17	11	38.03

Fuente: Elaboración propia.

Las velocidades varían desde 8 km/h hasta 48 km/h, tiene como velocidad media a 15 km/h, pero también hay vehículos que sobrepasan el límite de velocidad que es 30 km/h.

3.1.2. EFECTO DEL MÉTODO DE CALMADO DE TRÁFICO:

Análisis de condicionamiento de semáforo

Se ha visto pertinente comprobar si la intersección principal Jr. Nemesio Ruez y Jr. Manuel Fuentes deba contar con semáforo; por ende, se evaluó para la justificación o no de instalación de dicho dispositivo como se muestra en el Capítulo 6.6 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

Condición 1

La vía principal cuenta con 2 carriles que se dirigen a dirección Sur y carril para la dirección Este y Oeste, analizando de esta forma se usará un 100% para vehículos por hora en la vía principal y un 100% en vehículos por hora en la vía secundaria (Figura 81).

Figura 81: Dirección de vehículos en la intersección I2



Fuente: Elaboración propia.

Se tomó como vía principal los vehículos que vienen de Norte hacia Sur y como vía secundaria los carros que van hacia el Este.

Para que cumpla esta condición, se usó un formato donde si los vehículos contados por hora son mayores a los que estipula la Tabla 15 se cumple la fila, estos deben ser verdaderos en ambos casos (vía principal y vía secundaria).

Tabla 15: Datos escogidos para la evaluación de la condición 1A.

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la Vía Principal (Total de ambas accesos)				Vehículos por hora en la Vía Secundaria (mayor volumen de uno de los accesos)			
Vía Principal	Vía Secundaria	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	500	400	350	280	150	120	105	84
2 o más	1	600	480	420	336	150	120	105	84
2 o más	2 o más	600	480	420	336	200	160	140	112
1	2 o más	500	400	350	280	200	160	140	112

Fuente: Elaboración propia.

Debe ocurrir que si 8 filas confirman la condición se da como resultado la aprobación de la condición 1A (Tabla 16).

Tabla 16: Resultados para la condición 1A.

2019	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGÚN DATA	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGÚN GARANTIA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGÚN DATA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGÚN GARANTIA	RESULTADO DE VIA PRINCIPAL Y VIA SECUNDARIA POR SEPARADO		RESULTADO FINAL
06:00	772.5	600	300.5	150	V	V	V
07:00	907.75	600	382.25	150	V	V	V
08:00	659.5	600	341.5	150	V	V	V
09:00	642.5	600	295	150	V	V	V
10:00	684.25	600	314.75	150	V	V	V
11:00	697.5	600	312.75	150	V	V	V
12:00	611.75	600	274	150	V	V	V
13:00	653	600	315.75	150	V	V	V
14:00	568	600	298.5	150	F	V	F
15:00	631.5	600	289.75	150	V	V	V
16:00	804.5	600	296	150	V	V	V
17:00	816	600	347.5	150	V	V	V
18:00	773.75	600	331.75	150	V	V	V
19:00	483.75	600	267	150	F	V	F
20:00	383.25	600	210	150	F	V	F
21:00	391.25	600	300.5	150	F	V	F

Fuente: Elaboración propia.

La vía principal cuenta con 2 carriles que se dirigen a dirección Sur y 1 carril para las direcciones Este y Oeste, analizando de esta forma se usará un 100% para vehículos por hora en la vía principal y un 100% en vehículos por hora en la vía secundaria (Figura 82).

Figura 82: Dirección de vehículos de la intersección I2.



Fuente: Elaboración propia.

Se tomó como vía principal los vehículos que vienen de Norte hacia Sur y como vía secundaria los carros que van hacia el Este.

Para que cumpla esta condición se usó un formato donde si los vehículos contados por hora son mayores a los que estipula la Tabla 17 se cumple la fila, estos deben ser verdaderos en ambos casos (vía principal y vía secundaria).

Tabla 17: Datos escogidos para la evaluación según Manual de dispositivo de control de tránsito.

Tabla 6.2 Cumplimiento de la subcondición (B) en función al flujo vehicular


Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la Vía Principal (Total de ambas accesos)				Vehículos por hora en la Vía Secundaria (mayor volumen de uno de los accesos)			
Vía Principal	Vía Secundaria	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	750	600	525	420	75	60	53	42
2 o más	1	900	720	630	504	75	60	53	42
2 o más	2 o más	900	720	630	504	100	80	70	56
1	2 o más	750	600	525	420	100	80	70	56

Fuente: Elaboración propia.

Debe ocurrir que si 8 filas confirman la condición se da como resultado la aprobación de la condición 1B (Tabla 18).

Tabla 18: Resultados para la condición 1B.

2019	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGÚN DATA	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGÚN GARANTIA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGÚN DATA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGÚN GARANTIA	PRINCIPAL Y VIA SECUNDARIA POR SEPARADO		RESULTADO FINAL
06:00	772.5	900	300.5	75	F	V	F
07:00	907.75	900	382.25	75	V	V	V
08:00	659.5	900	341.5	75	F	V	F
09:00	642.5	900	295	75	F	V	F
10:00	684.25	900	314.75	75	F	V	F
11:00	697.5	900	312.75	75	F	V	F
12:00	611.75	900	274	75	F	V	F
13:00	653	900	315.75	75	F	V	F
14:00	568	900	298.5	75	F	V	F
15:00	631.5	900	289.75	75	F	V	F
16:00	804.5	900	296	75	F	V	F
17:00	816	900	347.5	75	F	V	F
18:00	773.75	900	331.75	75	F	V	F
19:00	483.75	900	267	75	F	V	F
20:00	383.25	900	210	75	F	V	F
21:00	391.25	900	300.5	75	F	V	F



Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 16 la subcondición 1A es válido y cumple las 8 horas requeridas.

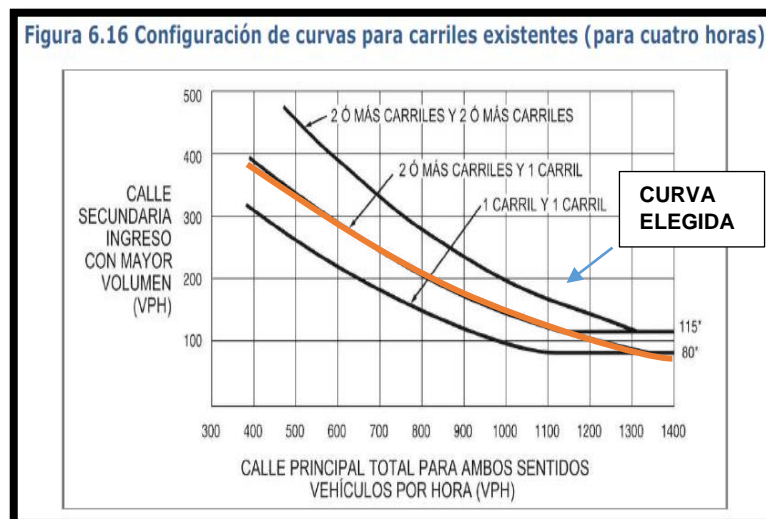
Según la Tabla 18 la subcondición 1B no es válido ya que no cumple las 8 horas requeridas.

Como la condición 1 es excluyente al cumplirse la subcondición 1A ya se valida en su totalidad.

Condición 2

La condición 2 brinda 3 curvas (Figura 83) para la verificación y análisis de los valores obtenidos en los estudios, teniendo esto en cuenta se usó la curva intermedia, ya que así lo amerita la intersección.

Figura 83: Elección de curva para la condición 2.



Fuente: Elaboración propia

Colocando el número de vehículos de la vía principal en la dirección "X" y el número de vehículos de la vía secundaria homogenizados en la dirección "Y" se intersectó verificando que todo resultado por encima de la curva elegida válida la hora y por el contrario si este resultado está por debajo de la curva elegida, será inválida para la condición.

Según la Tabla 19 si 4 horas consecutivas dan como verdadero entonces la condición 2 quedaría satisfecha.

Tabla 19: Resultados para la condición 2

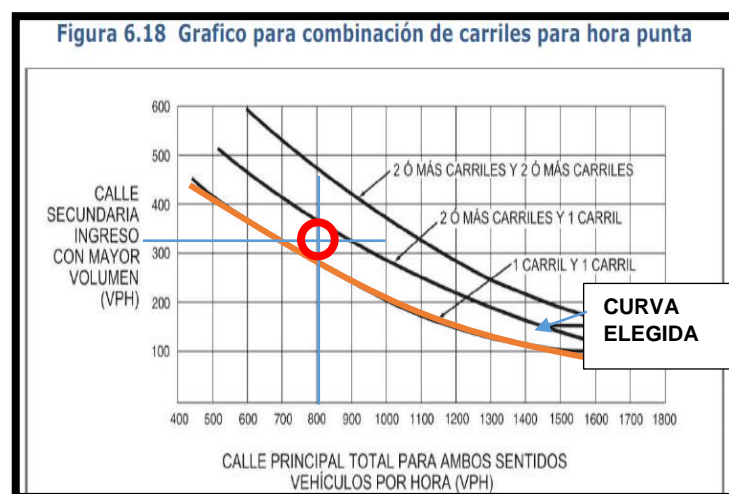
2019	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGÚN DATA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGÚN DATA	RESULTADO
06:00	772.5	291	V
07:00	907.75	382.25	V
08:00	659.5	341.5	V
09:00	642.5	295	V
10:00	684.25	314.75	V
11:00	697.5	312.75	V
12:00	611.75	274	F
13:00	653	315.75	F
14:00	568	298.5	F
15:00	631.5	289.75	V
16:00	804.5	296	V
17:00	816	347.5	V
18:00	773.75	331.75	V
19:00	483.75	267	F
20:00	383.25	210	F
21:00	391.25	300.5	F

Fuente: Elaboración propia.

Condición 3

Para la condición 3 se hace el análisis solo con la hora pico y escogiendo la curva que representa la intersección a estudiar (Figura 84).

Figura 84: Gráfico para combinación de carriles para hora punta.



Fuente: “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras”

Con los datos obtenidos del conteo de vehículos y con los parámetros para la condición 3, se intersecó los datos en el gráfico dándonos como resultado la Tabla 20.

Tabla 20: Resultados obtenidos para la condición 3.

HORA PUNTA				
VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGÚN DATA		VEH. X HORA EN VIA SECUNDARIA SEGÚN DATA		RESULTADO
MAÑANA	907.75	MAÑANA	382.25	V

Fuente: Elaboración propia.

Esta condición solo analiza la hora punta, la Tabla 20 muestra que el valor obtenido está por encima de la curva escogida y por lo tanto satisface la condición.

Con el análisis de estas tres condiciones y con tres de ellas cumpliendo el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, da como resultado la instalación de semáforo en la intersección principal, en la Tabla 21 presenta los resultados de las condiciones analizadas.

Tabla 21: Resumen de las condiciones estudiadas.

	CONDICION 1	CONDICION 2	CONDICION 3
MTC	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
HTM	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Condiciones geométricas

Los giros permitidos, el ancho de carril y número de carril se mantienen al colocar un semáforo; sin embargo, la residencialidad se verá afectada. La investigación buscará otros métodos de calmado de tráfico para volver a la normalidad a la vía.

Representación esquemática de volúmenes en el Synchro en el año 2019, 2024 y 2029 colocando un semáforo.

La Figura 85 muestra los volúmenes en las intersecciones estudiadas del 2019, la cantidad de flujo vehicular se mantiene al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

Figura 85: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un semáforo en la intersección I2 del año 2019



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 86 muestra los volúmenes del 2024 en las intersecciones estudiadas con una tasa de crecimiento vehicular del 11.20% colocando un semáforo en la Intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

Figura 86: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2024.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 87 muestra los volúmenes en las intersecciones estudiadas al 2029 con una tasa de crecimiento vehicular del 11.20% colocando un semáforo en la Intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

Figura 87: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando un semáforo para el año 2019.

La Figura 88 muestra el nivel del servicio al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 88: NDS de la intersección I3 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 89 muestra el nivel del servicio al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “B” para esta intersección.

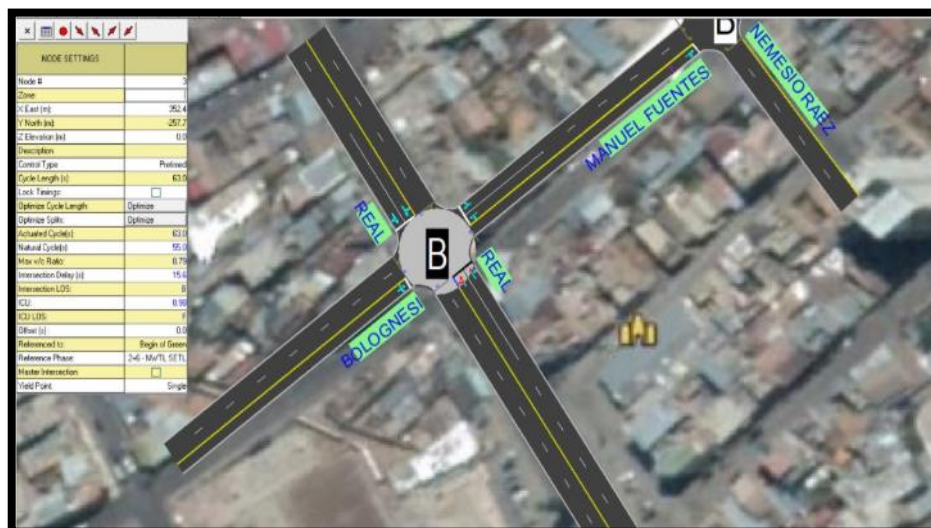
Figura 89: NDS de la intersección I2 al colocar un semáforo en esta intersección al año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 90 muestra el nivel del servicio al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real y Jr. Bolognesi igual a "B".

Figura 90: NDS de la intersección I1 al colocar un semáforo en la I2 al año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando un semáforo para el año 2024.

La Figura 91 muestra el nivel del servicio para el año 2024 con una tasa de crecimiento del 11.20% al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 91: NDS de la intersección I3 al colocar un semáforo en la I2 al año 2024



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 92 muestra el nivel del servicio del 2024 con una tasa de crecimiento del 11.20% al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “C” para esta intersección.

Figura 92: NDS de la intersección I2 al colocar un semáforo en esta intersección al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 93 muestra el nivel del servicio para el 2024 con una tasa de crecimiento del 11.20% al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real y Jr. Bolognesi igual a "F".

Figura 93: NDS de la intersección I1 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando un semáforo para el año 2029.

La Figura 94 muestra el nivel del servicio para el año 2029 con una tasa de crecimiento del 11.20% al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 94: NDS de la intersección I3 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 95 muestra el nivel del servicio del 2029 con una tasa de crecimiento del 11.20% al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “F” para esta intersección.

Figura 95: NDS de la intersección I2 al colocar un semáforo en esta intersección al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 96 muestra el nivel del servicio para el 2024 con una tasa de crecimiento del 11.20% al colocar un semáforo en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real y Jr. Bolognesi igual a “F”.

Figura 96: NDS de la intersección I1 al colocar un semáforo en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. EFECTO DEL MÉTODO DE CALMADO DE TRÁFICO: MÉTODO SELECCIONADO: ESTRECHAMIENTO DE CARRIL

Figura 97: Método estrechamiento en la intersección I2.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 97 ejemplifica el ancho de calzada igual a 3.60 metros después de la reducción a un carril; el ancho de esta área verde (reductor) es igual a 3.20 y longitud de 20 metros, esta condición se evaluó con la micro simulación en el software Synchro, cabe resaltar que la investigación no contempla el diseño de estos métodos de calmado sino la reducción de velocidad que provoca su instalación.

Representación esquemática de volúmenes en el Synchro en el año 2019, 2024 y 2029 con un estrechamiento de carril.

La Figura 98 muestra los volúmenes del 2019 de las intersecciones estudiadas con el estrechamiento de carril en la intersección Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel Fuentes, este método de calmado de tráfico según (Eran Ben, 2005) reduce en un 50% el volumen vehicular en la zona aplicada, cabe resaltar que el volumen vehicular disminuido fue distribuido en las intersecciones aledañas.

Figura 98: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un reductor de carril en la intersección I2 del año 2019



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 99 muestra los volúmenes al 2024 de las intersecciones estudiadas con una tasa de crecimiento del 11.20%, con el estrechamiento de carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

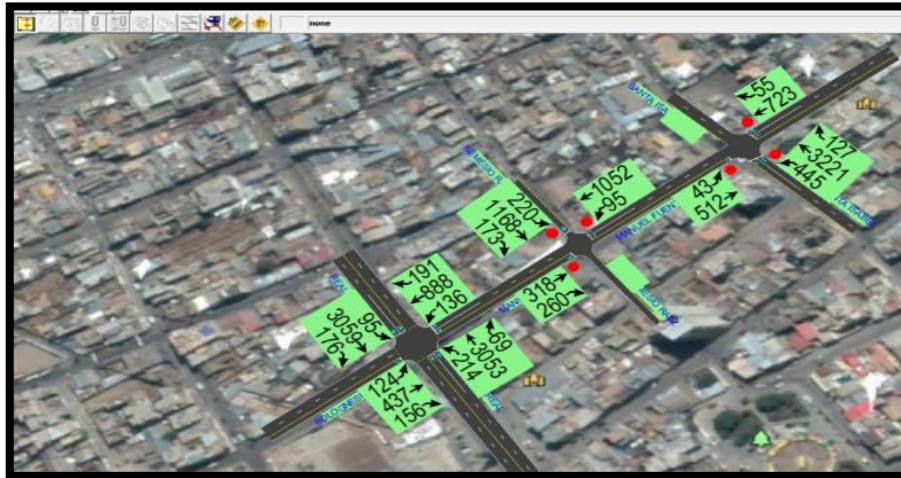
Figura 99: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un reductor de carril en la intersección I2 al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 100 muestra los volúmenes al 2029 de las intersecciones estudiadas con una tasa de crecimiento del 11.20%, con el estrechamiento de carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

Figura 100: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar un reductor de carril en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando el método de estrechamiento de carril para el año 2019.

La Figura 101 muestra el nivel del servicio al colocar una reducción de vía a un solo carril con ancho de 3.60 metros en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

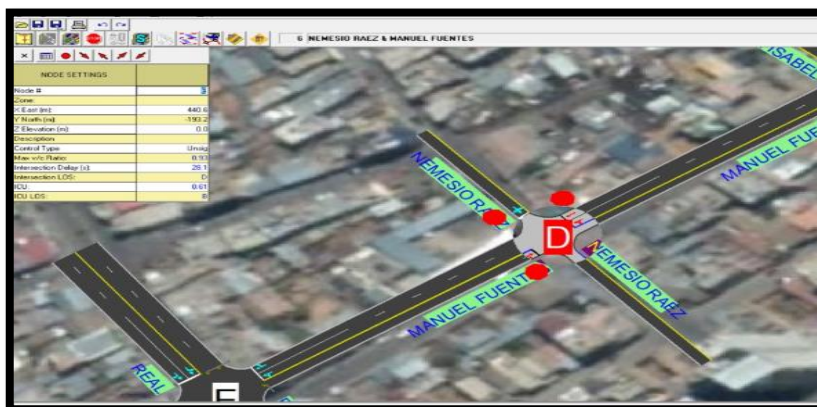
Figura 101: NDS de la intersección I3 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 del año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 102 muestra el nivel del servicio al reducir la vía a un carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “D” para esta intersección.

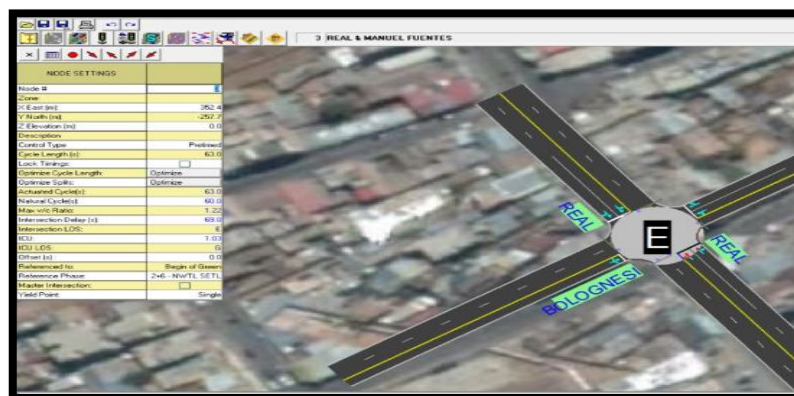
Figura 102: NDS de la intersección I2 al colocar el método de estrechamiento de carril en esta intersección del año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 103 muestra el nivel del servicio al reducir la vía a un solo carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi igual a “E”.

Figura 103: NDS de la intersección I1 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 del año 2019.

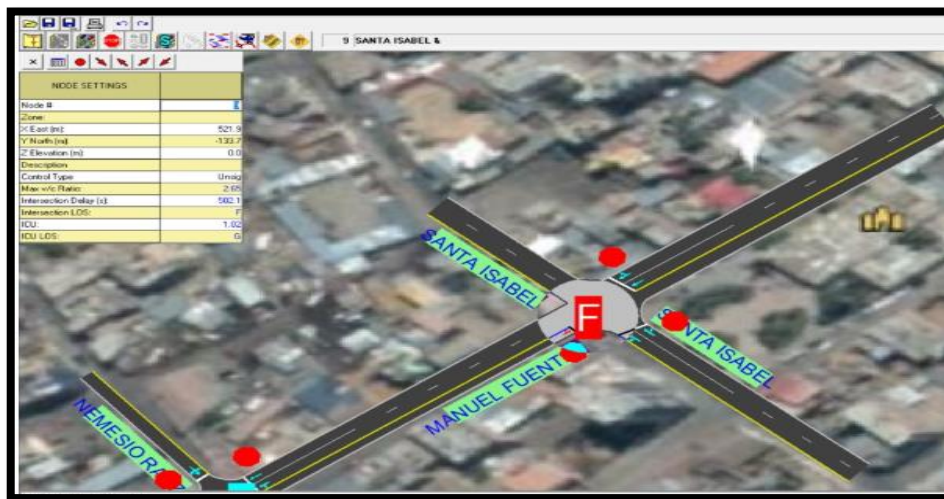


Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando el método de estrechamiento de carril para el año 2024.

La Figura 104 muestra el nivel del servicio para el año 2024 al reducir la vía a un solo carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 104: NDS de la intersección I3 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 105 muestra el nivel del servicio del 2024 al reducir la vía a un carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro y dio como resultado “F” para esta intersección.

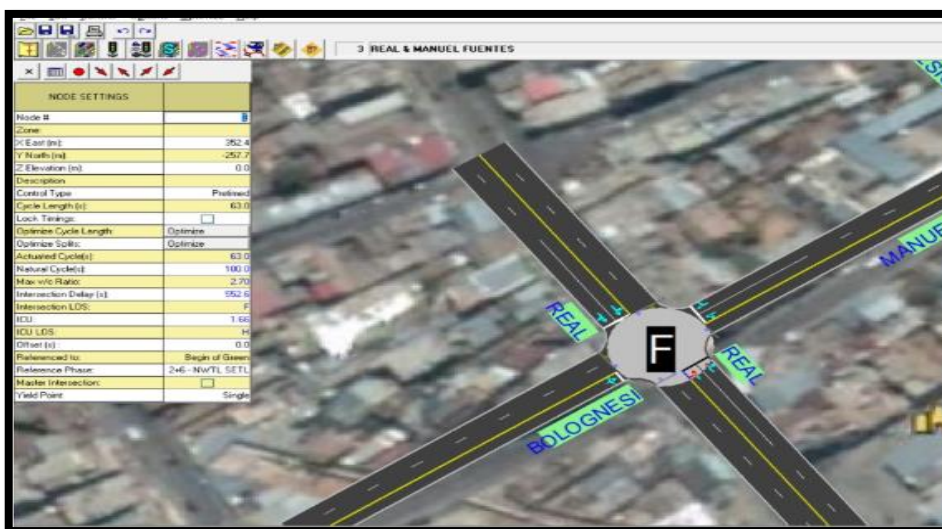
Figura 105: NDS de la intersección I2 al colocar el método de estrechamiento en esta intersección al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 106 muestra el nivel del servicio del 2024 al reducir la vía a un solo carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi igual a "F".

Figura 106: NDS de la intersección I1 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando el método de estrechamiento de carril para el año 2029.

La Figura 107 muestra el nivel del servicio para el año 2029 al reducir la vía a un solo carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 107: NDS de la intersección I3 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 108 muestra el nivel del servicio del año 2029 al reducir la vía a un carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro y dio como resultado “F” para esta intersección.

Figura 108: NDS de la intersección I2 colocar el método de estrechamiento de carril en esta intersección al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 109 muestra el nivel del servicio del año 2029 al reducir la vía a un solo carril en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi igual a “F”.

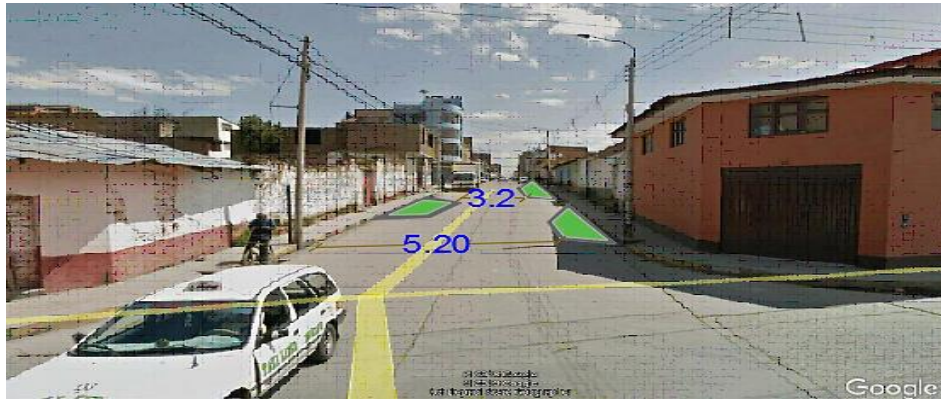
Figura 109: NDS de la intersección I1 al colocar el método de estrechamiento de carril en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. EFECTO DEL MÉTODO DE CALMADO DE TRÁFICO: MÉTODO SELECCIONADO: CHICANAS

Figura 110: Método de chicana en la intersección I2.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 110 ejemplifica el ancho de calzada igual a 5.20 metros después de la colocación de tres chicanas de ancho 2.00 metros, longitud de 2.00 metros, la distancia entre chicanas es de 8.00 metros, esta condición se evaluó con la micro simulación en el software Synchro, cabe resaltar que la investigación no contempla el diseño de estos métodos de calmado, sino la reducción de velocidad que provoca su instalación.

Representación esquemática de volúmenes en el Synchro en el año 2019, 2024 y 2029 con un estrechamiento de carril.

La Figura 111 muestra los volúmenes del 2019 de las intersecciones estudiadas con chicanas en la intersección Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel Fuentes, este método de calmado de tráfico según (Corkle, y otros, 2002) reduce en un 15% el volumen vehicular en la zona aplicada, cabe resaltar que el volumen vehicular disminuido fueron distribuidas en las intersecciones aledañas.

Figura 111: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar una chicana en la intersección I2 del año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 112 muestra los volúmenes a I2024 de las intersecciones estudiadas con una tasa de crecimiento del 11.20% con chicanas en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

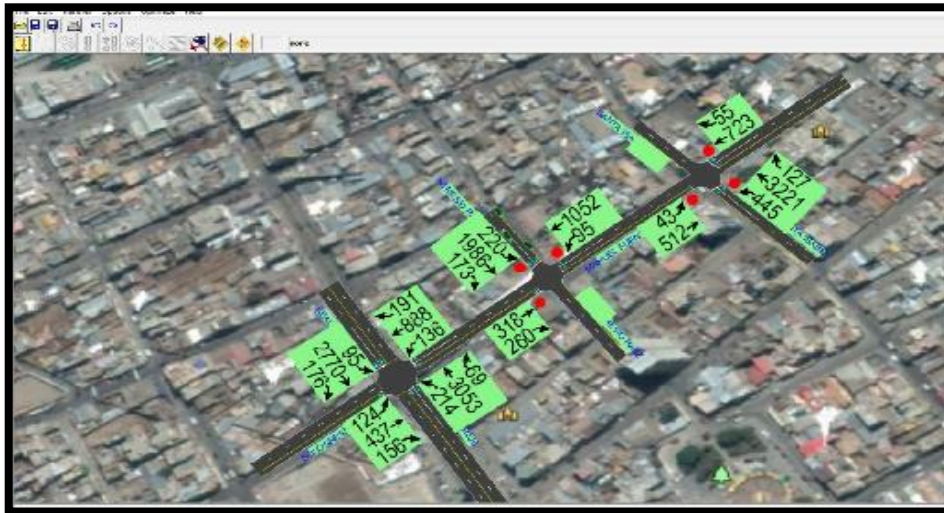
Figura 112: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar una chicana en la intersección I2 del año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 113 muestra los volúmenes al 2029 de las intersecciones estudiadas con una tasa de crecimiento del 11.20% con chicanas en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.

Figura 113: Representación esquemática de volúmenes de las intersecciones estudiadas al colocar una chicana en la intersección I2 del año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando el método de chicanas para el año 2019.

La Figura 114 muestra el nivel del servicio del año 2019 al colocar una desviación de carril conocida como chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a "F".

Figura 114: NDS de la intersección I3 al colocar el método chicana en la intersección I2 del año 2019



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 115 muestra el nivel del servicio del 2019 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “C” para esta intersección.

Figura 115: NDS de la intersección I2 al colocar el método de chicana en intersección del año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 116 muestra el nivel del servicio del año 2019 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi igual a “D”.

Figura 116: NDS de la intersección I2 al colocar el método de chicana en la intersección I3 al año 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando el método de chicanas para el año 2024.

La Figura 117 muestra el nivel del servicio del año 2024 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 117: NDS de la intersección I3 al colocar el método chicana en la intersección I2 al año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 118 muestra el nivel del servicio del 2024 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “F” para esta intersección.

Figura 118: NDS de la intersección I2 al colocar una chicana en esta intersección para el año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 119 muestra el nivel del servicio del año 2024 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi igual a “F”.

Figura 119: NDS de la intersección I1 al colocar el método de chicana en la intersección I2 para el año 2024.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio de las intersecciones estudiadas colocando el método de chicanas para el año 2029.

La Figura 120 muestra el nivel del servicio del año 2029 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes igual a “F”.

Figura 120: NDS de la intersección I3 al colocar el método chicana en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 121 muestra el nivel del servicio del 2029 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado “F” para esta intersección.

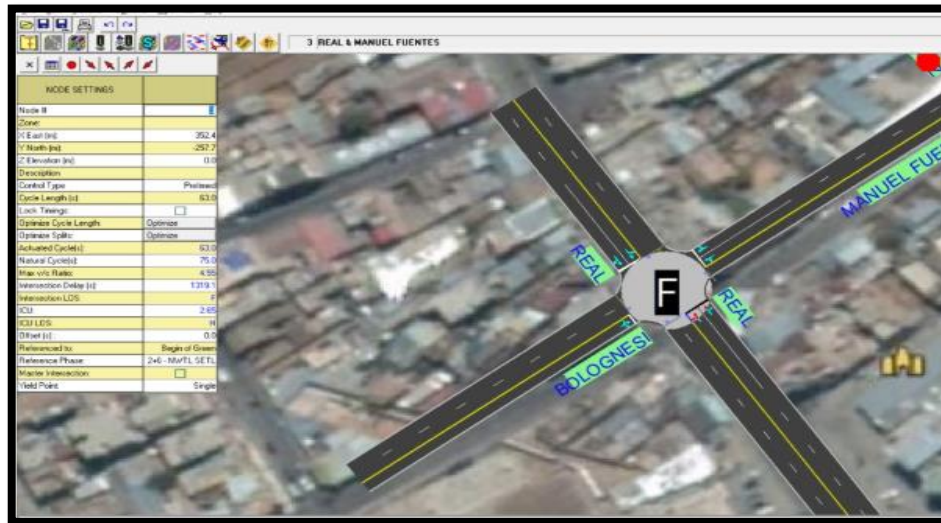
Figura 121: NDS de la intersección I2 al colocar el método de chicana en esta intersección para el año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 122 muestra el nivel del servicio del año 2029 al colocar una chicana en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, este nivel de servicio fue calculado con la microsimulación del software Synchro, dando como resultado para la intersección Av. Real con Jr. Bolognesi igual a “F”.

Figura 122: NDS de la intersección I1 al colocar el método de chicana en la intersección I2 al año 2029.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. PROBABILIDAD DE GRAVEDAD DE ACCIDENTE AL APLICAR LOS MÉTODOS DE CALMADO DE TRÁFICO CHICANA Y ESTRECHAMIENTO DE CARRIL

Se determinó que en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Bolognesi actualmente la velocidad máxima es de 48 Km/h; según (CONASET, 2010) con el método de estrechamiento se reducirá a 30km/h y con chicana a 25km/h, la Tabla 22 muestra la mejora de seguridad vial respecto a las velocidades obtenidas de la investigación de (Grosso, 2018)

Tabla 22: Mejora de la seguridad vial al aplicar los métodos de calmado de tráfico.

	ACTUAL	CON ESTRECHAMIENTO	CON CHICANA
VELOCIDAD MAXIMA (Km/h)	48	30	25
PROBABILIDAD DE MUERTE	100%	45%	45%
PROBABILIDAD DE LESIONES	0%	50%	50%
SIN LESIONES	0%	5%	5%

Fuente: Elaboración propia.

3.1.6. TABLA RESUMEN VOLUMEN VEHICULAR 2019,2024 Y 2029.

Se presenta a continuación en la Tabla 23 los volúmenes vehiculares hallados en las tres intersecciones de estudio para los años 2019, 2024 y 2029.

Tabla 23: Volumen vehicular para las tres intersecciones de estudio con proyecto y sin proyecto.

		2019	2024	2029
INTERSECCION 1 REAL Y BOLOGNESI	SIN PROYECTO	2774	4718	8019
	SEMAFORO	2774	4718	8019
	ESTRECHAMIENTO	2974	5058	8598
	CHICANA	2874	4888	8309
INTERSECCION 2 NEMESIO RAEZ Y MANUEL FUENTES	SIN PROYECTO	1541	2620	4454
	SEMAFORO	1541	2620	4454
	ESTRECHAMIENTO	1137	1933	3286
	CHICANA	1420	2414	4104
INTERSECCION 3 SANTA ISABEL Y MANUEL FUENTES	SIN PROYECTO	1773	3015	5126
	SEMAFORO	1773	3015	5126
	ESTRECHAMIENTO	1773	3015	5126
	CHICANA	1773	3015	5126

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7. TABLA RESUMEN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA LOS AÑOS 2019,2024 Y 2029.

Se presenta a continuación las tablas de los niveles de servicio hallados en las tres intersecciones de estudio para los años 2019, 2024 y 2029 sin la utilización de métodos de calmado de tráfico sin y con el software de microsimulación.

La Tabla 24 muestra el nivel de servicio de las intersecciones estudiadas sin el software para los años 2019, 2024 y 2029.

Tabla 24: NDS 2019, 2024, 2029 sin el software.

	NDS sin proyecto		
	2019	2024	2029
Intersección 1	A	C	F
Intersección 2	C	F	F
Intersección 3	F	F	F

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 25 muestra el nivel de servicio de las intersecciones estudiadas con el software Synchro para los años 2019, 2024 y 2029.

Tabla 25: NDS 2019, 2024, 2029 sin proyecto con software Synchro.

	NDS sin proyecto Synchro		
	2019	2024	2029
Intersección 1	B	D	F
Intersección 2	E	F	F
Intersección 3	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Los niveles de servicio hallados con Excel y con el software Synchro varían en un grado de demora.

3.1.7.1. Tabla resumen del nivel de servicio para los años 2019,2024 y 2029 con el software Synchro aplicando un semáforo.

La Tabla 26 muestra el nivel de servicio de las intersecciones estudiadas con el software Synchro para los años 2019, 2024 y 2029 con la aplicación de un semáforo en la intersección principal (I2)

Tabla 26: NDS 2019, 2024, 2029 con semáforo en la I2 con software Synchro.

	NDS Synchro con Semáforo		
	2019	2024	2029
Intersección 1	B	C	F
Intersección 2	B	C	F
Intersección 3	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.2. Tabla resumen del nivel de servicio para los años 2019,2024 y 2029 con el software Synchro aplicando estrechamiento de carril.

La Tabla 27 muestra el nivel de servicio de las intersecciones estudiadas con el software Synchro para los años 2019, 2024 y 2029 con estrechamiento de carril en la intersección principal (I2).

Tabla 27: NDS 2019, 2024, 2029 con estrechamiento de carril en la I2 con software Synchro.

	NDS Synchro con Estrechamiento de carril		
	2019	2024	2029
Intersección 1	E	F	F
Intersección 2	D	F	F
Intersección 3	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.3. Tabla resumen del nivel de servicio para los años 2019,2024 y 2029 con el software Synchro aplicando desviación de carril – chicana.

La Tabla 28 muestra el nivel de servicio de las intersecciones estudiadas con el software Synchro para los años 2019, 2024 y 2029 con estrechamiento de carril en la intersección principal (I2).

Tabla 28: NDS 2019, 2024, 2029 con chicana en la I2 con software Synchro.

	NDS Synchro con Chicana		
	2019	2024	2029
Intersección 1	D	F	F
Intersección 2	C	F	F
Intersección 3	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.4. Tabla resumen del nivel de servicio para los años 2019,2024 y 2029 con el software Synchro con y sin proyecto para las tres intersecciones estudiadas.

Tabla 29: NDS 2019, 2024, 2029 para las tres intersecciones con y sin proyecto con el software Synchro.

		2019	2024	2029
INTERSECCION 1 Av. Real y Jr. Bolognesi	Sin proyecto	B	D	F
	Semáforo	B	C	F
	Estrechamiento	E	F	F
	Chicana	D	F	F
INTERSECCION 2 Jr. Nemesio Raez y Jr. Manuel Fuentes	Sin proyecto	E	F	F
	Semáforo	B	C	F
	Estrechamiento	D	F	F
	Chicana	C	F	F
INTERSECCION 3 Jr. Santa Isabel y Jr. Manuel Fuentes	Sin proyecto	F	F	F
	Semáforo	F	F	F
	Estrechamiento	F	F	F
	Chicana	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

3.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Así como la tesis de (Gallardo, 2016) que tiene como objetivo reducir la inseguridad vial ya que la cantidad de muertes anuales va en aumento y pretende solucionar este problema con programa de fortalecimientos viales y la utilización de reductores de velocidad en intersecciones problemáticas y pasos de peatones, la presente investigación pretende mejorar la seguridad vial en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes, considerada un punto negro con métodos de calmado de tráfico sin perder la residencialidad de la zona, optando como mejor método el de Chicana, dándonos mejores valores en términos de nivel de servicio que el estrechamiento de carril y disminuirá la gravedad de accidentes respetando la residencialidad de la zona, ya que con la utilización de este método se mantendrá la velocidad a 25 Km/h como máximo.
- Según (Grosso, 2018), la reducción de velocidad de vehículos motorizados traerá como consecuencia la disminución de siniestros, además de disminuir la gravedad de lesión; la utilización de métodos de calmado de tráfico en la presente investigación también es influyente en la disminución de velocidad, usando el método de chicana se pretende reducir a 25Km/h lo cual generará una reducción del 55% la probabilidad de muerte y usando el método de estrechamiento de carril el cual pretende reducir a 30km/h la velocidad del vehículo también reducirá las probabilidades de muerte a un 55%. Ambos métodos fueron analizados en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes.
- La investigación de (Osores, 2016) menciona que para que la seguridad vial sea buena debe haber una evaluación del diseño geométrico y análisis de semaforización, sin embargo la presente investigación detalla que la utilización de semáforos no asegura la seguridad vial, ni el respeto a la zonificación como sería el aplicar los métodos de calmado de tráfico, los cuales acomodan la velocidad al previsto por los planes urbanísticos.
- (Torres, 2012) Menciona que se debe utilizar una data de al menos tres años para afirmar que una intersección es conflictiva también hace hincapié que las velocidades excesivas generan fallas humanas, la presente investigación usó la data de los últimos 3 años de la Policía Nacional del Perú, determinando a la intersección como punto negro con 9 accidentes, también se determinó la velocidad máxima de la intersección principal siendo 48 Km/h con gran probabilidad de mortalidad.

- Según la (DGT, 2011), el campo de visión es importante para prevenir accidentes y salvaguardar la vida del peatón, la presente investigación al reducir la velocidad con los métodos de calmado de tráfico pretende mejorar la seguridad vial dando un campo de visión aceptable para la buena maniobrabilidad del vehículo.

CONCLUSIONES

1. El método de calmado de tráfico más eficiente en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes es la de chicana ya que mantendrá una la velocidad máxima de 25Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de "C" y para los años 2024 y 2029 igual a "F", a diferencia del estrechamiento de carril que mantendrá una velocidad máxima de 30Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de "D" y para los años 2024 y 2029 igual a "F". Ambos métodos tendrán la misma probabilidad de muerte de 45%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 5% y si bien la instalación de un semáforo reduce la velocidad y tiene mejor índice de nivel de servicio (2019 – "B", 2024 – "C", 2029 – "F") y seguridad vial, este afecta a las condiciones geométricas en término de zona de estudio al no normalizar la residencialidad de la zona.
2. Con respecto a la condición geométrica en términos de zona de estudio actualmente ostenta una comercial cuando el plan de desarrollo urbano de Huancayo la define como una residencial R6; la velocidad mínima es 9km/h, la velocidad promedio 17km/h y la máxima 48km/h para los años 2019, 2024 y 2029 en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes. Los niveles de servicio obtenidos fueron para la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) fue "B", "D" y "F", en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes): "E", "F" y "F", en la intersección I3 (Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes): "F", "F" y "F" en los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente con el software Synchro.
3. Con respecto a la condición geométrica en términos de zona de estudio, la intersección principal se mantendrá como comercial al instalar un semáforo, los niveles de servicio obtenidos fueron para la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) fue "B", "C" y "F", en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes): "B", "C" y "F", en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes): "F", "F" y "F" para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente con el software Synchro.
4. Con respecto a la condición geométrica en términos de zona de estudio, la intersección principal mantendrá la residencialidad que el Plan Urbano de Huancayo estipula teniendo como velocidad máxima 30km/h para los años 2019, 2024 y 2029; al realizar el estrechamiento de carril en esta intersección los niveles de servicio en la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) fueron: "E", "F" y "F", en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes) fueron: "D", "F" y

“F”, en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes) fueron: “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente con el software Synchro.

5. Con respecto a la condición geométrica en términos de zona de estudio, la intersección principal mantendrá la residencialidad que el Plan Urbano de Huancayo estipula teniendo como velocidad máxima 25km/h para los años 2019, 2024 y 2029; aplicar el método y chicana en esta intersección los niveles de servicio en la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) fueron: “D”, “F” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel Fuentes) fueron: “C”, “F” y “F”, en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes) fueron: “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente con el software Synchro.
6. Se determinó que usando los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril la probabilidad de muerte será de 45%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 5%.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar métodos de calmado de tráfico sin quitar la residencialidad de la zona, ya que esto provocará molestia a los residentes de la zona y aumentará las probabilidades de accidentes.
2. Concientizar a los conductores sobre la seguridad vial para evitar excesos de velocidad y posibles accidentes por la falta de ética vial.
3. Señalizar adecuadamente las calles, ya que esto trae consigo problemas de tránsito ocasionando accidentes y puntos negros.
4. Complementar el manual de seguridad vial del MTC, incluyendo un capítulo especial para el diseño y utilización de métodos de calmado de tráfico, ya que solo cuenta con conceptos generales.
5. Profundizar en los temas de tránsito, tales como tiempo de reacción en puntos negros, ciclo de semaforización en calles comerciales y otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belda, Enrique. 2011.** PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO: DENSIDAD, INTENSIDAD Y VELOCIDAD. 2011.
- Benlloch, Mari y Ureña, Yoanda. 2014.** INVASSAT. [En línea] Octubre de 2014. <http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741761/BENLLOCH+LOPEZ++Mari+Cruz%3B%20URE%C3%91A+URE%C3%91A++Yolanda++2014+.+El+Trabajo+y+la+Salud++los+riesgos+profesionales.+Factores+de+riesgo/d232ee00-4aaf-4a80-afc4-3d47f9f9992e>.
- Borja Suarez, Manuel. 2012.** Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo : Autor, 2012.
- Bunge, Mario. 2000.** La investigación científica: la estrategia y su filosofía. Mexico : Siglo XXI, 2000.
- Camayo, Cristian. 2019.** Compatibilidad de dos metodologías para la mejora de intersecciones no semaforizadas peligrosas en el distrito de El Tambo, Huancayo - Junin 2018. Huancayo : s.n., 2019.
- canalMOTOR. 2019.** Motor canales MAPFRE. [En línea] canalMOTOR, 17 de Mayo de 2019. [Citado el: 2 de Diciembre de 2019.] <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-conduccion/de-que-depnde-tiempo-reaccion-conductor/>.
- Colonio, German Gregory Herrera. 2019.** Influencia de la construcción del puente Arequipa en los niveles de servicio de las intersecciones de la calle Real con Jr Ayacucho y la calle Real con Jr. Santa Rosa. Huancayo : s.n., 2019.
- CONASET. 2010.** Medidas de tráfico calmado guía práctica. Santiago : s.n., 2010.
- Córdova, Jorge. 2014.** SlideShare. [En línea] 8 de Setiembre de 2014. <https://es.slideshare.net/marco11390/volumen-de-transito>.
- Corkle, Jaqueline, M. Marti, Michael y L. Giese, Joni. 2002.** *Investigating the effectiveness of traffic calming strategies on driver behavior, traffic flow and speed.* Minnesota : s.n., 2002.
- DGT. 2011.** La movilidad segura de los colectivos más vulnerables. 2011.
- Diaz, S y L, Gonzáles. 2010.** Reflexiones sobre los conceptos velocidad y rapidez de una partícula en física. Caracas : Instituto Pedagógico de Caracas, 2010.
- ELPERUANO. 2018.** Ley de seguridad y salud en el trabajo. El Peruano. 2018.
- Eran Ben, Joseph. 2005.** *Residential Street Standards and Neighborhood Traffic Control.* California : s.n., 2005.
- Gallardo, Germán. 2016.** La seguridad vial en el Perú. Lima : s.n., 2016.

- Garcia, Gilbert. 2018.** pruebaderuta. [En línea] 17 de Julio de 2018. [Citado el: 22 de Noviembre de 2019.] <https://www.pruebaderuta.com/tipos-de-accidentes-de-transito.php>.
- Grosso, Mariana. 2018.** Génesis del calmado de tránsito en el entorno urbano de Necochea. Buenos Aires : s.n., 2018.
- HCM. 2000.** *High Way Capacity Manual*. California : s.n., 2000.
- Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2006.** Metodología de la investigación. Cuarta. México : McGraw-Hill, 2006. ISBN: 970-10-5753-8.
- Herrera Colonio, German Gregory. 2019.** Influencia de la construcción del puente Arequipa en los niveles de servicio en las intersecciones de la calle Real con Jr. Ayacucho y la calle Real con Jr. Santa Rosa. Huancayo : s.n., 2019.
- Jenelius, Erik y Mattsson, Lars-Göran . 2006.** Vulnerabilidad de la red vial: identificación de enlaces importantes y regiones expuestas. 2006.
- Mager, Jeanne. 2013.** Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Mexico : Organización Internacional del Trabajo, 2013.
- MAPFRE. 2015.** Seguro y pensiones para todos. [En línea] 2015.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014.** Manual de carreteras diseño geometrico. Lima : El Peruano, 2014.
- MINSA. 2007.** RESOLUCION NUMERO 1401 . Lima : s.n., 2007.
- MTC. 2018.** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Lima : s.n., 2018.
- . **2018.** Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Lima : s.n., 2018.
- Noriega Davalos, Jose Luis . 2015.** Plan vial para una distribucion eficiente del trafico de vehiculo en la ciudad de Moyobamba. Lima : s.n., 2015.
- OMS. 2018.** Organizacion mundial de la salud. [En línea] 7 de Diciembre de 2018. [Citado el: 15 de Mayo de 2019.] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- Osores, Victo. 2016.** Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizada Mariscal Castilla - Julio Sumar, El Tambo 2015. Huancayo : Universidad Nacional Del Centro de Perú, 2016.
- Safeopedia. 2017.** Safeopedia. Safeopedia. [En línea] 4 de Octubre de 2017. [Citado el: 19 de Julio de 2019.] <https://www.safeopedia.com/definition/2364/traffic-calming>.
- SUTRAN. 2018.** Reglamento Nacional de Transito. Lima : El Peruano, 2018.

- Thomson, Ian y Bull, Alberto . 2001.** La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. Santiago de Chile : s.n., 2001.
- Tomás, Pedro. 2014.** Gestion técnica del tráfico. 2014.
- Torres, José. 2012.** Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos. Madrid : s.n., 2012.
- Vara, Arístides. 2010.** ¿Cómo hacer una tesis en ciencias empresariales? Lima : Universidad San Martín de Porres, 2010.
- Villaverde Ospinal, Alvaro José. 2019.** Validación del factor por obstrucción de buses (fbb) para las condiciones del distrito de Huancayo - Junín- 2018. Huancayo : s.n., 2019.
- Vivanco, Thalia. 2018.** El 50% de rompemuelleres en Huancayo es defectuoso y podría ocasionar accidentes. Correo. [En línea] 19 de Setiembre de 2018. <https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/el-50-de-rompemuelleres-en-huancayo-es-defectuoso-y-podria-ocasionar-accidentes-842686/>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál propuesta de medida de calmado de tráfico es la más eficiente para la seguridad vial en la intersección Jr. Nemesio Raez y Jr. Manuel Fuentes – El tambo - Huancayo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la propuesta de medida de calmado de tráfico más eficiente para la seguridad vial en la intersección Jr. Nemesio Raez y Jr. Manuel Fuentes. – El tambo – Huancayo.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El método de calmado de tráfico más eficiente en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes es la de chicana ya que mantendrá una la velocidad máxima de 30Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de “C” y para los años 2024 y 2029 igual a “F” a diferencia del estrechamiento de carril que mantendrá una velocidad máxima de 30Km/h para todos los años, con un nivel de servicio para el 2019 de “C” y para los años 2024 y 2029 igual a “F”, ambos métodos tendrán la misma probabilidad de muerte de 30%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 20% y si bien la instalación de un semáforo reduce la velocidad y tiene mejor índice de nivel de servicio (2019 – “B”, 2024 – “C”, 2029 – “F”) y seguridad vial, este afecta a las condiciones geométricas en termino de zona de estudio al no normalizar la residencialidad de la zona.</p>	<p>V1:</p> <p>Medidas de calmado de tráfico</p>	<p>D1: Condiciones geométricas</p> <p>D2: Nivel de servicio</p>	<p>_Giros permitidos</p> <p>– Ancho de carril</p> <p>– Numero de carril</p> <p>– Zona de estudio</p> <p>– Número de vehículos</p> <p>– Tiempo de demora</p> <p>– Nivel (A – F)</p>

<p>PROBLEMAS ESPECÍFICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la condición geométrica y velocidad en la intersección principal y el nivel de servicio para las intersecciones estudiadas para los años 2019, 2024 y 2029? • ¿Cuál es el efecto del método de calmado de tráfico: Semáforo, aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y cómo influye en las intersecciones estudiadas 	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICO</p> <ul style="list-style-type: none"> •Determinar la condición geométrica y velocidad en la intersección principal y el nivel de servicio para las intersecciones estudiadas para los años 2019, 2024 y 2029. •Determinar el efecto del método de calmado de tráfico: Semáforo aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y cómo influye en las intersecciones estudiadas 	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> •La condición geométrica en términos de zona de estudio actualmente es comercial; la velocidad mínima es 9km/h, la velocidad promedio 17km/h y la máxima 48km/h para los años 2019, 2024 y 2029 en la intersección Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes. Los niveles de servicio obtenidos seran para la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) fue "C", "F" y "F", en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes):"C", "E" y "F", en la intersección I3 (Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes): "F", "F" y "F" en los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente. •La condición geométrica en términos de zona de estudio es comercial al instalar un semáforo, los niveles de servicio obtenidos serán para la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi): "D", "E" y "F", en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes): "D", "E" y "F", en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes): "F", "F" y "F" para los años 2019, 2024 y 2029 	<p>V2: Seguridad vial</p>	<p>D1: Velocidad</p> <p>D2: Gravedad de accidentes</p>	<p>-Tiempo de reacción</p> <p>– Km/h</p> <p>– Con lesion</p> <p>– Sin lesion</p> <p>– Muerte</p>
--	---	---	-------------------------------	--	--

<p>en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el efecto del método de calmado de tráfico: Estrechamiento de carril aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029? • ¿Cuál es el efecto del método de calmado de tráfico: Chicana aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye 	<p>en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Determinar el efecto del método de calmado de tráfico: Estrechamiento de carril aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029. •Determinar el efecto del método de calmado de tráfico: Chinana aplicado en la intersección principal en términos de condiciones geométricas y velocidad y cómo influye 	<p>respectivamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> •La condición geométrica en términos de zona de estudio es residencial, la velocidad 30km/h para los años 2019, 2024 y 2029; al realizar el estrechamiento de carril en esta intersección los niveles de servicio en la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) son: “D”, “F” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Raez con Jr. Manuel Fuentes) son: “C”, “F” y “F”, en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes) son: “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente. •La condición geométrica en términos de zona de estudio es residencial, la velocidad 30km/h para los 			
---	---	--	--	--	--

<p>en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029?</p> <p>• ¿Cuál es conceptualmente la probabilidad de gravedad de accidente al aplicar los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril?</p>	<p>en las intersecciones estudiadas en nivel de servicio para los años 2019, 2024 y 2029.</p> <p>•Determinar conceptualmente cual es la probabilidad de gravedad de accidente al aplicar los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril.</p>	<p>años 2019, 2024 y 2029; al aplicar el método desviación doble de eje zigzag – Chicana en esta intersección los niveles de servicio en la Intersección I1 (Av. Real con Jr. Bolognesi) son: “C”, “F” y “F”, en la intersección I2 (Jr. Nemesio Ruez con Jr. Manuel Fuentes) son: “C”, “F” y “F”, en la intersección I3(Jr. Santa Isabel con Jr. Manuel Fuentes) son: “F”, “F” y “F” para los años 2019, 2024 y 2029 respectivamente.</p> <p>•Usando los métodos de calmado de tráfico chicana y estrechamiento de carril la probabilidad de muerte será de 30%, de lesión 50% y de salir sin lesión alguna 20% conceptualmente.</p>			
---	--	---	--	--	--

METODOLOGÍA “MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERA” (HCM)

ANEXO 2: Expresión 1 – Factor hora pico

$$FHP = \frac{\text{Volumen por hora}}{\text{Volumen máximo de cuarto de hora (4)}}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 3: Expresión 2 – Retraso de aproximación de sujeto en intersecciones no semaforizadas

$$D = e^{3.8 (V/C)}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 4: Expresión 3 – Capacidad normal del carril de la vía principal

$$C = 1000\%Vs + 700\%Vo + 200Ls - 100Lo - 300\%Lto + 200\%Rto - 300Ltc + 300Rtc$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 5: Expresión 4 – Demora total del grupo de acercamiento

$$TDi = PFi (d1 + d2)$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 6: Expresión 5 – Demora control uniforme asumiendo llegadas uniformes (seg/veh)

$$d1 = 0.38C \frac{\left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)^X}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 7: Expresión 6 – Demora incremental que considera llegadas aleatorias y colas supersaturadas (seg/veh)

$$d2 = 173X^2 \left[X-1 + \sqrt{(X-1)^2 + 16 \frac{X}{c}} \right]$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 8: Expresión 7 – Capacidad del grupo

$$c = \frac{sg}{c}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 9: Expresión 8 – Velocidad de flujo de saturación para el grupo de carriles

$$S = S_o N f_w f_{Hv} f_g f_p f_{bb} f_a f_{Lu} f_{Lt} f_{Rt} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 10: Expresión 9 – Factor de ajuste para ancho de carril

$$f_w = 1 + \frac{(W-12)}{30}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 11: Expresión 10 – Factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico

$$f_{Hv} = \frac{100}{100 + \%Hv(Et-1)}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 12: Expresión 11 – Factor de ajuste para el grado de aproximación

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

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 13: Expresión 12 – Factor de ajuste para el efecto de bloqueo de los autobuses locales

$$fbb = \frac{N - \frac{7.64 NB}{3600}}{N}$$

Fuente: Ecuación 7-1 del capítulo 7 del Manual (HCM, 2000)

ANEXO 14: Expresión 13 – Factor de ajuste para giros a la izquierda en el grupo de carriles

$$fLT = \frac{1}{1.0 + 0.05Plt}$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 15: Expresión 14 – Factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles (carril compartido)

$$fRT = 1.0 - (0.15)PRT$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

ANEXO 16: Expresión 15 – Factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles (carril único)

$$fRT = 1.0 - (0.135)PRT$$

Fuente: Manual (HCM, 2000)

FORMATO CONTEO MANUAL

ANEXO 17: Formato conteo manual

	AUTOS			CAMIONETA			COMBI			COASTER			BUS			CAMION
	F	I	D	F	I	D	F	I	D	F	I	D	F	I	D	F
8:00	(6)															
8:15																
	(5)															
	39			2	1											
8:15																
8:30																
	30			3	2											2
8:30																
8:45	(6)															
	22			1	2											
8:45	(7)															
9:00	14			1	3											
9:00	(1)															
9:15	16			2	1											2
9:15																
9:30	22			4	3				1							
9:30																
9:45	17			2												1
9:45																
10:00	18			8	4											
10:00	(4)															
10:00	(8) 28			4	3				1							
10:15																
10:30	25			2	2											
10:30	(4)															
10:45	22			3	1											1
10:45	(5) 22			1	2											
11:00	(5)															
11:15	18			1	2											
11:15	(5)			1	1											
11:30	18			1	1											
11:30																
11:45	21			1	3											1
11:45																
12:00	19			1												1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 22: Hoja de cálculo usada para procesar el conteo intersección I2 viernes: V. Raez

INTERSECCIÓN NO DEMARCADADA JR. NEMEZO RAEZ CON JR. MANUEL FUENTES										
Vehículos										
H. Min	Motos			Autos			Buses			Quinta
	U	Fr	Do	U	Fr	Do	U	Fr	Do	
06:00-06:05	14	35	4	0	24	0	0	0	0	0
06:05-06:10	12	36	3	0	19	0	0	0	0	0
06:10-06:15	14	35	4	0	24	0	0	0	0	0
06:15-06:20	18	37	3	0	28	0	0	0	0	0
06:20-06:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:25-06:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:30-06:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:35-06:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:40-06:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:45-06:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:50-06:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:55-07:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:00-07:05	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:05-07:10	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:10-07:15	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:15-07:20	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:20-07:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:25-07:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:30-07:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:35-07:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:40-07:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:45-07:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:50-07:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:55-08:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:00-08:05	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:05-08:10	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:10-08:15	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:15-08:20	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:20-08:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:25-08:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:30-08:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:35-08:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:40-08:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:45-08:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:50-08:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:55-09:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:00-09:05	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:05-09:10	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:10-09:15	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:15-09:20	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:20-09:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:25-09:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:30-09:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:35-09:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:40-09:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:45-09:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:50-09:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:55-10:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 23: Hoja de cálculo usada para procesar el conteo intersección I2 sábado: S. Raez

INTERSECCIÓN NO DEMARCADADA JR. NEMEZO RAEZ CON JR. MANUEL FUENTES										
Vehículos										
H. Min	Motos			Autos			Buses			Quinta
	U	Fr	Do	U	Fr	Do	U	Fr	Do	
06:00-06:05	14	35	4	0	24	0	0	0	0	0
06:05-06:10	12	36	3	0	19	0	0	0	0	0
06:10-06:15	14	35	4	0	24	0	0	0	0	0
06:15-06:20	18	37	3	0	28	0	0	0	0	0
06:20-06:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:25-06:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:30-06:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:35-06:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:40-06:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:45-06:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:50-06:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
06:55-07:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:00-07:05	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:05-07:10	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:10-07:15	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:15-07:20	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:20-07:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:25-07:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:30-07:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:35-07:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:40-07:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:45-07:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:50-07:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
07:55-08:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:00-08:05	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:05-08:10	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:10-08:15	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:15-08:20	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:20-08:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:25-08:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:30-08:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:35-08:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:40-08:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:45-08:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:50-08:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
08:55-09:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:00-09:05	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:05-09:10	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:10-09:15	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:15-09:20	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:20-09:25	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:25-09:30	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:30-09:35	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:35-09:40	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:40-09:45	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:45-09:50	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:50-09:55	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0
09:55-10:00	15	35	3	0	24	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 24: Hoja de cálculo usada para procesar el conteo intersección I3 lunes: L. Isa

INTERSECCION CARA JR. SANTA ISABEL CON JR. MANUEL FUENTES															
Validador	Combineto 1			Combineto 2			Combineto 3			Combineto 4			Bici 1		
	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir
06:00-06:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:15-06:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30-06:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:45-07:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:00-07:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15-07:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30-07:45	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:30-08:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:45-09:00	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00-09:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:15-09:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:30-09:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:45-10:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00-10:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45-13:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00-13:15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:15-13:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:30-13:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:30-14:45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:15-15:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:30-15:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

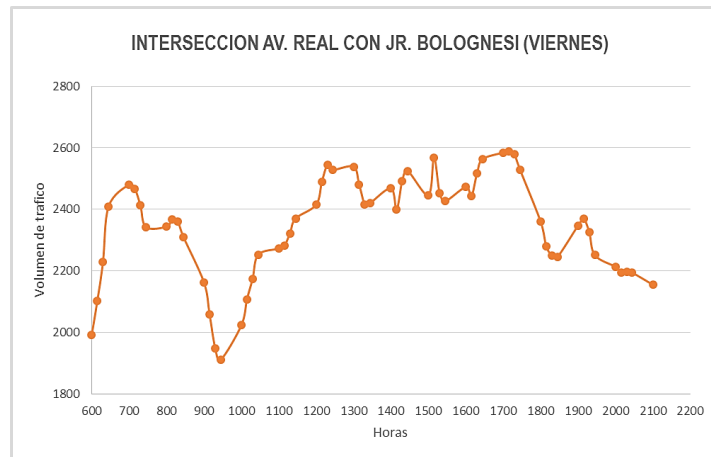
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 25: Hoja de cálculo usada para procesar el conteo intersección I3 viernes: V. Isa

INTERSECCION HOZEMPARRADA JR. SANTA ISABEL CON JR. MANUEL FUENTES															
Validador	Combineto 1			Combineto 2			Combineto 3			Combineto 4			Bici 1		
	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir	Hora	Dir	Dir
06:00-06:15	10	22	10	0	14	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
06:15-06:30	10	22	3	0	15	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
06:30-06:45	10	20	10	0	13	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
06:45-07:00	13	22	3	0	16	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
07:00-07:15	10	15	3	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
07:15-07:30	10	12	5	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
07:30-07:45	12	15	3	0	21	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
07:45-08:00	15	15	3	0	12	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
08:00-08:15	13	14	13	0	15	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
08:15-08:30	10	15	6	0	19	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
08:30-08:45	10	15	6	0	19	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
08:45-09:00	17	14	6	0	24	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
09:00-09:15	10	15	6	0	19	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
09:15-09:30	10	15	6	0	19	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
09:30-09:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
09:45-10:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
10:00-10:15	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
10:15-10:30	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
10:30-10:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
10:45-11:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
11:00-11:15	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
11:15-11:30	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
11:30-11:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
11:45-12:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
12:00-12:15	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
12:15-12:30	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
12:30-12:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
12:45-13:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
13:00-13:15	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
13:15-13:30	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
13:30-13:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
13:45-14:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
14:00-14:15	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
14:15-14:30	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
14:30-14:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
14:45-15:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
15:00-15:15	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
15:15-15:30	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
15:30-15:45	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0
15:45-16:00	10	14	6	0	18	0	3	3	0	5	1	0	2	0	0

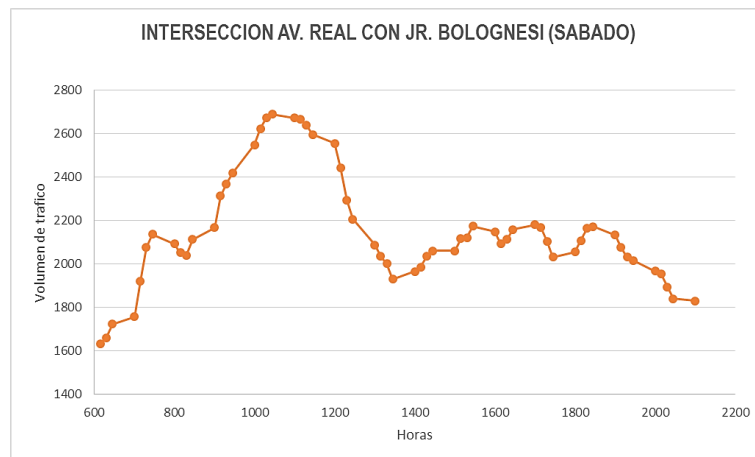
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 28: Conteo vehicular intersección I1 (Viernes)



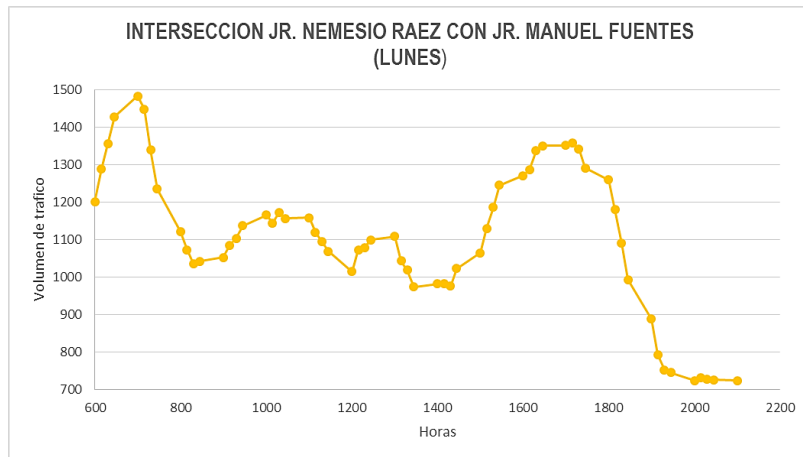
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 29: Conteo vehicular intersección I1 (Sábado)



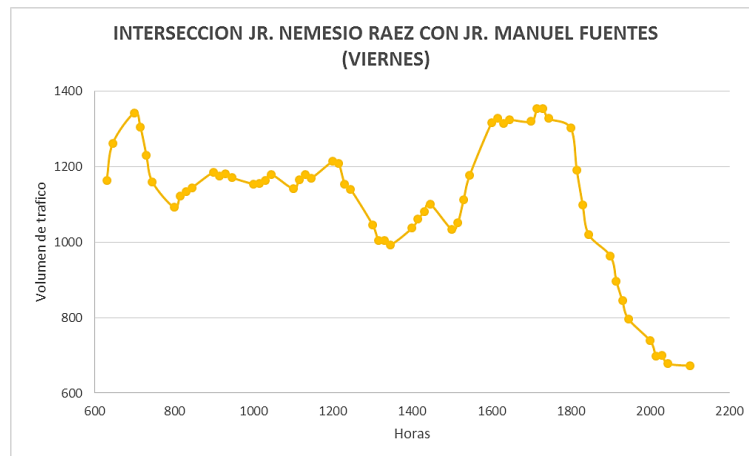
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 30: Cuento vehicular intersección I2 (Lunes)



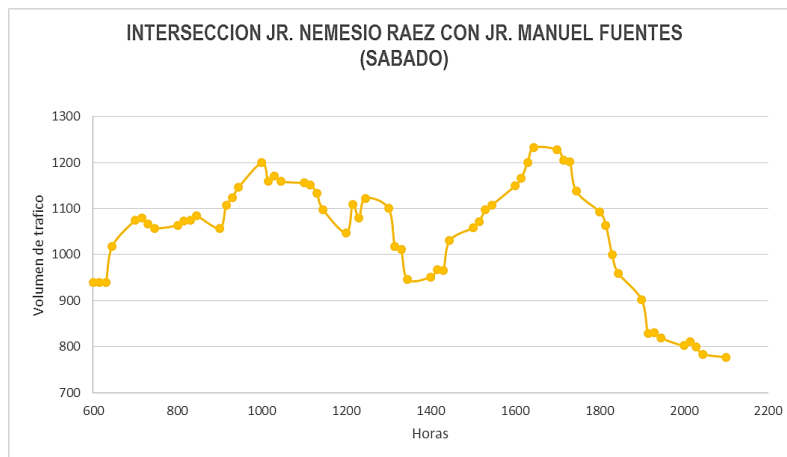
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 31: Cuento vehicular intersección I2 (Viernes)



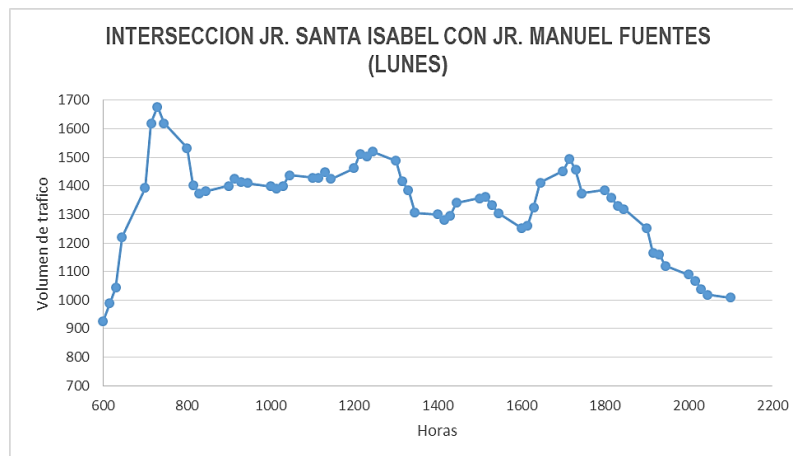
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 32: Cuento vehicular intersección I2 (Sábado)



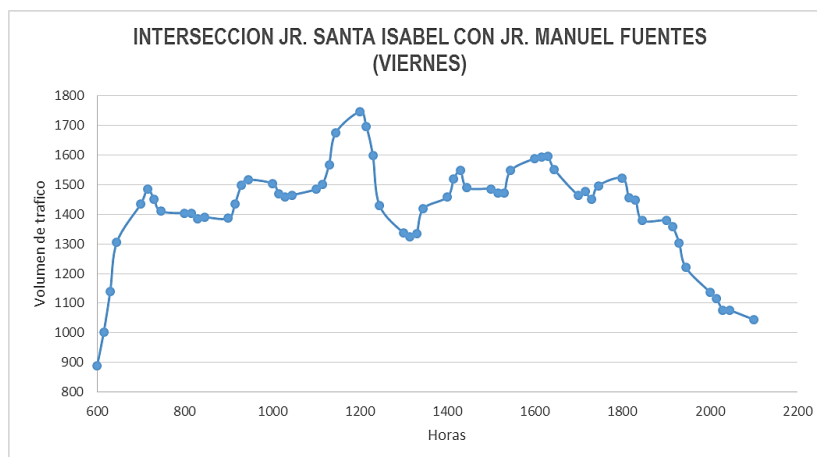
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 33: Cuento vehicular intersección I3 (Lunes)



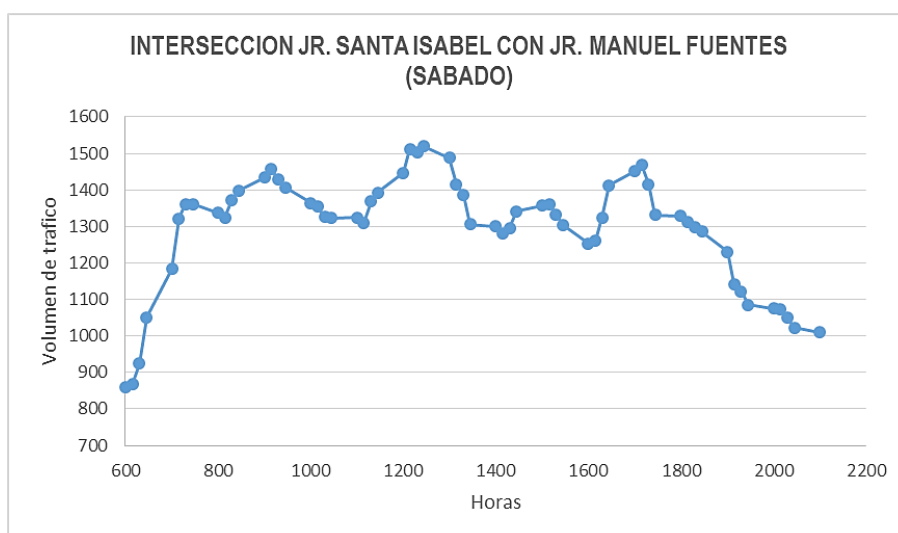
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 34: Cuento vehicular intersección I3 (Viernes)



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 35: Conteo vehicular intersección I3 (Sábado)



Fuente: Elaboración propia

NIVELES DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES ESTUDIADAS

ANEXO 36: NDS Intersección no semaforizada I3 mañana 2019

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA SANTA ISABEL MAÑANA (2019)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
S	1449	0.78	0	2	0	0	0	0.051	0.04	1175	108.6	F	90.9	F
E	217	0.12	0.10	1	1	0.11	0	0.154	0.04	224	39.8	E		
O	194	0.10	0.12	1	1	0	0.07	0.154	0.04	266	15.9	C		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 37: NDS Intersección no semaforizada I3 tarde 2019

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA SANTA ISABEL TARDE (2019)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
S	1352	0.71	0	2	0	0	0	0.018	0.03	1117	99.3	F	80.6	F
E	309	0.16	0.12	1	1	0.04	0	0.143	0.03	304	47.4	E		
O	237	0.12	0.16	1	1	0	0.06	0.143	0.03	318	17.0	C		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 38: NDS Intersección no semaforizada 13 mañana 2024

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA SANTA ISABEL MAÑANA (2024)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	NDS (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDS (INTERS.)
S	2464	0.78	0	2	0	0	0	0.051	0.04	1174	2899.3	F	2331.8	F
E	370	0.12	0.10	1	1	0.11	0	0.154	0.04	224	534.1	F		
O	330	0.10	0.12	1	1	0	0.07	0.154	0.04	267	109.9	F		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 39: NDS Intersección no semaforizada I3 tarde 2024

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA SANTA ISABEL TARDE (2024)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	NDS (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDS (INTERS.)
S	2299	0.71	0	2	0	0	0	0.018	0.03	1117	2491.3	F	1905.3	F
E	525	0.16	0.12	1	1	0.04	0	0.144	0.03	304	705.8	F		
O	403	0.12	0.16	1	1	0	0.06	0.144	0.03	318	124.1	F		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 40: NDS Intersección no semaforizada I3 mañana 2029

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA SANTA ISABEL MAÑANA (2029)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	NDS (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDS (INTERS.)
S	4192	0.78	0	2	0	0	0	0.051	0.04	1174	#####	F	611310.5	F
E	628	0.12	0.10	1	1	0.11	0	0.154	0.04	224	42607.9	F		
O	562	0.10	0.12	1	1	0	0.07	0.154	0.04	266	3026.3	F		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 41: NDS Intersección no semaforizada I3 tarde 2029

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA SANTA ISABEL TARDE (2029)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	NDS (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDS (INTERS.)
S	3912	0.71	0	2	0	0	0	0.018	0.03	1117	#####	F	439725.8	F
E	894	0.16	0.12	1	1	0.04	0	0.143	0.03	304	70662.3	F		
O	686	0.12	0.16	1	1	0	0.06	0.143	0.03	318	3643.2	F		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 42: NDS Intersección no semaforizada I2 mañana 2019

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA NEMESIO RAEZ MAÑANA (2019)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	NDS (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDS (INTERS.)
N	944	0.61	0	2	0	0	0	0.055	0.15	1041	31.3	D	24.5	C
E	397	0.26	0.13	1	1	0	0.5	0.081	0.06	533	16.9	C		
O	200	0.13	0.26	1	1	0.08	0	0.081	0.06	380	7.4	A		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 43: NDS Intersección no semaforizada I2 tarde 2019

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA NEMESIO RAEZ TARDE (2019)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
N	843	0.61	0	2	0	0	0	0.045	0.12	1033	22.2	C	18.3	C
E	358	0.26	0.13	1	1	0	0.36	0.135	0.07	503	15.0	B		
O	181	0.13	0.26	1	1	0.07	0	0.135	0.07	373	6.3	A		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 44: NDS Intersección no semaforizada I2 mañana 2024

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA NEMESIO RAEZ MAÑANA (2024)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
N	1605	0.61	0	2	0	0	0	0.055	0.15	1041	349.8	F	249.7	F
E	675	0.26	0.13	1	1	0	0.5	0.080	0.06	533	122.6	F		
O	340	0.13	0.26	1	1	0.08	0	0.080	0.06	380	29.9	D		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 45: NDS Intersección no semaforizada I2 tarde 2024

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA NEMESIO RAEZ TARDE (2024)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
N	1434	0.61	0	2	0	0	0	0.045	0.12	1033	195.5	F	148.0	F
E	609	0.26	0.13	1	1	0	0.36	0.135	0.07	503	99.4	F		
O	308	0.13	0.26	1	1	0.07	0	0.135	0.07	372	23.2	C		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 46: NDS Intersección no semaforizada I2 mañana 2029

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA NEMESIO RAEZ MAÑANA (2029)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
N	2732	0.61	0	2	0	0	0	0.055	0.15	1042	21324.1	F	14030.3	F
E	1148	0.26	0.13	1	1	0	0.4	0.080	0.06	533	3574.2	F		
O	578	0.13	0.26	1	1	0.08	0	0.080	0.06	380	323.5	F		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 47: NDS Intersección no semaforizada I2 tarde 2029

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA NEMESIO RAEZ TARDE (2029)														
ACERCAMIENTO	UCP / VOL.	%Vs	%Vo	Ls	Lo	%Lto	%Rto	%Ltc	%Rtc	C	DT (ACERC.)	Nds (ACERC.)	DT (INTERS.)	Nds (INTERS.)
N	2439	0.61	0	2	0	0	0	0.044	0.12	1033	7883.4	F	5482.5	F
E	1035	0.26	0.13	1	1	0	0.36	0.135	0.07	503	2494.5	F		
O	524	0.13	0.26	1	1	0.07	0	0.135	0.07	373	209.0	F		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 48: NDS Intersección semaforizada I1 mañana 2019

NDS EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA MAÑANA (2019)																																		
ACERCAMIENTO	CARRILES	UCP / VOL.	FASE	S	So	N	Fw	FHV	Fg	FP	nbb	Fbb	FLV	Fa	PLT	FLT	PRT	FRT	FLPb	FRPb	V/S	g	C	c	X	d1	d2	PF	DT (CARRIL)	Nds (CARRIL)	DT (ACERC.)	NDs (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDs (INTERS.)
N	F/D	490	A	1991	1900	1	1.13	0.99	1	1	21	0.96	1	1.0	0.00	1.000	0.12	0.98	1	1	0.246	30	63	948	0.52	11.46	4.04	1	15.5	B	14.8	B	13.8	B
	F/I	462	A	2115	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.00	1.00	1	1	0.2184	30	63	1007	0.46	11.06	3.02	1	14.1	B				
S	F/D	562	A	2086	1900	1	1.13	0.99	1	1	4	0.99	1	1.0	0.00	1.000	0.06	0.99	1	1	0.269	30	63	993	0.57	11.83	4.69	1	16.5	B	17.0	B		
	F/I	602	A	2108	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.12	0.994	0.00	1.00	1	1	0.286	30	63	1004	0.60	12.10	5.34	1	17.4	B				
E	F/D/I	350	B	1798	1900	1	1.03	0.96	1	1	9	0.98	1	1.0	0.11	0.995	0.16	0.98	1	1	0.195	27	63	770	0.45	12.77	3.88	1	16.6	B	16.6	B		
O	F/D/I	248	B	1861	1900	1	1.03	0.99	1	1	1	1.00	1	1.0	0.17	0.991	0.22	0.97	1	1	0.133	27	63	798	0.31	11.87	2.03	1	13.9	B	13.9	B		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 49: NDS Intersección semaforizada I1 tarde 2019

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA TARDE (2019)																																		
ACERCAMIENTO	CARRILES	UCP / VOL.	FASE	S	So	N	Fw	FHV	Fg	FP	nbb	Fbb	FLV	Fa	PLT	FLT	PRT	FRT	FLPb	FRPb	V/S	g	Co	C	X	d1	d2	PF	DT (CARRIL)	Nds (CARRIL)	DT (ACERC.)	NDs (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDs (INTERS.)
N	F/D	445	A	1961	1900	1	1.13	0.98	1	1	22	0.95	1	1.0	0.00	1.000	0.11	0.98	1	1	0.227	30	63	934	0.48	11.18	3.50	1	14.7	B	14.1	B	15.1	B
	F/I	425	A	2099	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.00	1.00	1	1	0.2026	30	63	999	0.43	10.84	2.66	1	13.5	B				
S	F/D	596	A	2081	1900	1	1.13	0.99	1	1	5	0.99	1	1.0	0.00	1.000	0.05	0.99	1	1	0.286	30	63	991	0.60	12.11	5.44	1	17.6	B	17.9	B		
	F/I	629	A	2114	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.10	0.995	0.00	1.00	1	1	0.298	30	63	1006	0.62	12.30	5.91	1	18.2	B				
E	F/D/I	240	B	1743	1900	1	1.03	0.95	1	1	10	0.98	1	1.0	0.14	0.993	0.29	0.96	1	1	0.138	27	63	747	0.32	11.93	2.27	1	14.2	B	14.2	B		
O	F/D/I	414	B	1915	1900	1	1.03	1.00	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.15	0.98	1	1	0.216	27	63	821	0.50	13.12	4.45	1	17.6	B	17.6	B		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 50: NDS Intersección semaforizada I1 mañana 2024

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA MAÑANA (2024)																																		
ACERCAMIENTO	CARRILES	UCP / VOL.	FASE	S	So	N	Fw	FHV	Fg	FP	nbb	Fbb	FLV	Fa	PLT	FLT	PRT	FRT	FLPb	FRPb	V/S	g	Co	C	X	d1	d2	PF	DT (CARRIL)	Nds (CARRIL)	DT (ACERC.)	NDs (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDs (INTERS.)
N	F/D	834	A	1928	1900	1	1.13	0.99	1	1	35	0.92	1	1.0	0.00	1.000	0.12	0.98	1	1	0.433	30	63	918	0.91	15.23	32.54	1	47.8	D	37.2	D	55.8	E
	F/I	786	A	2115	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.00	1.00	1	1	0.372	30	63	1007	0.78	13.75	12.31	1	26.1	C				
S	F/D	956.0	A	2074	1900	1	1.13	0.99	1	1	7	0.99	1	1.0	0.00	1.000	0.06	0.99	1	1	0.461	30	63	988	0.97	16.03	55.90	1	71.9	E	95.7	F		
	F/I	1024.0	A	2108	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.12	0.994	0.00	1.00	1	1	0.486	30	63	1004	1.02	16.50	101.46	1	118.0	F				
E	F/D/I	595	B	1774	1900	1	1.03	0.96	1	1	15	0.97	1	1.0	0.11	0.995	0.16	0.98	1	1	0.335	27	63	760	0.78	15.48	16.38	1	31.9	C	31.9	C		
O	F/D/I	422	B	1859	1900	1	1.03	0.99	1	1	2	1.00	1	1.0	0.17	0.991	0.22	0.97	1	1	0.227	27	63	797	0.53	13.31	5.06	1	18.4	B	18.4	B		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 51: NDS Intersección semaforizada I1 tarde 2024

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA TARDE (2024)																																		
ACERCAMIENTO	CARRILES	UCP / VOL.	FASE	S	So	N	Fw	FHV	Fg	FP	nbb	Fbb	FLV	Fa	PLT	FLT	PRT	FRT	FLPb	FRPb	V/S	g	Co	C	X	d1	d2	PF	DT (CARRIL)	Nds (CARRIL)	DT (ACERC.)	NDs (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDs (INTERS.)
N	F/D	757	A	1895	1900	1	1.13	0.98	1	1	37	0.92	1	1.0	0.00	1.000	0.11	0.98	1	1	0.400	30	63	902	0.84	14.40	19.51	1	33.9	C	28.3	C	83.3	F
	F/I	723	A	2099	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.00	1.00	1	1	0.345	30	63	999	0.72	13.19	9.25	1	22.4	C				
S	F/D	1014.0	A	2066	1900	1	1.13	0.99	1	1	8	0.98	1	1.0	0.00	1.000	0.05	0.99	1	1	0.491	30	63	984	1.03	16.50	114.74	1	131.2	F	153.0	F		
	F/I	1070.0	A	2114	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.10	0.995	0.00	1.00	1	1	0.506	30	63	1006	1.06	16.50	157.21	1	173.7	F				
E	F/D/I	407	B	1717	1900	1	1.03	0.95	1	1	17	0.96	1	1.0	0.14	0.993	0.29	0.96	1	1	0.237	27	63	736	0.55	13.48	6.01	1	19.5	B	19.5	B		
O	F/D/I	705	B	1915	1900	1	1.03	1.00	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.15	0.98	1	1	0.368	27	63	821	0.86	16.28	24.42	1	40.7	D	40.7	D		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 52: NDS Intersección semaforizada I1 mañana 2029

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA MAÑANA (2029)																																		
ACERCAMIENTO	CARRILES	UCP / VOL.	FASE	S	So	N	Fw	FHV	Fg	FP	nbb	Fbb	FLV	Fa	PLT	FLT	PRT	FRT	FLPb	FRPb	V/S	g	Co	C	X	d1	d2	PF	DT (CARRIL)	Nds (CARRIL)	DT (ACERC.)	NDs (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDs (INTERS.)
N	F/D	1418	A	1820	1900	1	1.13	0.99	1	1	60	0.87	1	1.0	0.00	1.000	0.12	0.98	1	1	0.779	30	63	867	1.64	16.50	1155.01	1	1171.5	F	902.9	F	873.1	F
	F/I	1336	A	2115	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.00	1.00	1	1	0.632	30	63	1007	1.33	16.50	601.40	1	617.9	F				
S	F/D	1626.0	A	2053	1900	1	1.13	0.99	1	1	11	0.98	1	1.0	0.00	1.000	0.06	0.99	1	1	0.792	30	63	978	1.66	16.50	1202.29	1	1218.8	F	1286.2	F		
	F/I	1742.0	A	2108	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.12	0.994	0.00	1.00	1	1	0.827	30	63	1004	1.74	16.50	1332.66	1	1349.2	F				
E	F/D/I	1013	B	1733	1900	1	1.03	0.96	1	1	26	0.95	1	1.0	0.11	0.995	0.16	0.98	1	1	0.584	27	63	743	1.36	18.00	672.57	1	690.6	F	690.6	F		
O	F/D/I	717	B	1854	1900	1	1.03	0.99	1	1	3	0.99	1	1.0	0.17	0.991	0.22	0.97	1	1	0.387	27	63	795	0.90	16.77	34.92	1	51.7	D	51.7	D		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 53: NDS Intersección semaforizada I1 tarde 2029

PROYECCIÓN DE NDS EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA TARDE (2029)																																		
ACERCAMIENTO	CARRILES	UCP / VOL.	FASE	S	So	N	Fw	FHV	Fg	FP	nbb	Fbb	FLV	Fa	PLT	FLT	PRT	FRT	FLPb	FRPb	V/S	g	Co	C	X	d1	d2	PF	DT (CARRIL)	Nds (CARRIL)	DT (ACERC.)	NDs (ACERC.)	DT (INTERS.)	NDs (INTERS.)
N	F/D	1288	A	1784	1900	1	1.13	0.98	1	1	62	0.87	1	1.0	0.00	1.000	0.11	0.98	1	1	0.722	30	63	850	1.52	16.50	940.81	1	957.3	F	709.7	F	1000.7	F
	F/I	1230	A	2099	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.00	1.00	1	1	0.586	30	63	999	1.23	16.50	433.87	1	450.4	F				
S	F/D	1725.0	A	2040	1900	1	1.13	0.99	1	1	14	0.97	1	1.0	0.00	1.000	0.05	0.99	1	1	0.846	30	63	971	1.78	16.50	1404.95	1	1421.4	F	1451.2	F		
	F/I	1820.0	A	2114	1900	1	1.13	0.99	1	1	0	1.00	1	1.0	0.10	0.995	0.00	1.00	1	1	0.861	30	63	1006	1.81	16.50	1462.98	1	1479.5	F				
E	F/D/I	695	B	1674	1900	1	1.03	0.95	1	1	28	0.94	1	1.0	0.14	0.993	0.29	0.96	1	1	0.415	27	63	717	0.97	17.59	69.64	1	87.2	F	87.2	F		
O	F/D/I	1198	B	1915	1900	1	1.03	1.00	1	1	0	1.00	1	1.0	0.07	0.996	0.15	0.98	1	1	0.626	27	63	821	1.46	18.00	841.75	1	859.8	F	859.8	F		

Fuente: Elaboración propia

GARANTÍAS

ANEXO 54: Hoja de cálculo “DATA USADA PARA EL SOFTWARE SYNCHRO”

HORA PUNTA-2019				HORA PUNTA-2019 SEMAFORO 2024				HORA PUNTA-2019 SEMAFORO 2029				HORA PUNTA-2019 CON ESTRECHAMIENTO DE CARRIL 50% MENOS VOLUMEN															
REAL Y BOLOGNESI				NEMESIO RAEZ Y MANUEL FUENTES				SANTA ISABEL Y MANUEL FUENTES				REAL Y BOLOGNESI				NEMESIO RAEZ Y MANUEL FUENTES				SANTA ISABEL Y MANUEL FUENTES							
ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA				
NORTE	33	858	61	NORTE	76	808	60	NORTE	0	0	0	NORTE	33	1058	61	NORTE	76	808	60	NORTE	0	0	0	NORTE	33	1058	61
SUR	74	1056	24	SUR	0	0	0	SUR	0	0	0	SUR	74	1056	24	SUR	0	0	0	SUR	74	1056	24				
ESTE	43	151	54	ESTE	0	110	90	ESTE	0	187	153	ESTE	43	151	54	ESTE	0	110	90	ESTE	43	151	54				
OESTE	47	307	66	OESTE	33	364	0	OESTE	95	1052	0	OESTE	47	307	66	OESTE	33	364	0	OESTE	47	307	66				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 55: Continuación de hoja de cálculo “DATA USADA PARA EL SOFTWARE SYNCHRO”

HORA PUNTA-2019 CON CHICANA 15% MENOS VOLUMEN				HORA PUNTA-2024 ESTRECHAMIENTO DE CARRIL				HORA PUNTA-2024 CHICANA				HORA PUNTA-2029 ESTRECHAMIENTO DE CARRIL				HORA PUNTA-2029 CHICANA											
REAL Y BOLOGNESI				NEMESIO RAEZ Y MANUEL FUENTES				SANTA ISABEL Y MANUEL FUENTES				REAL Y BOLOGNESI				NEMESIO RAEZ Y MANUEL FUENTES				SANTA ISABEL Y MANUEL FUENTES							
ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA	ORIENTACION/ DIRECCION	IZQUIERDA	FRENTE	DERECHA				
NORTE	33	958	61	NORTE	76	687	60	NORTE	0	0	0	NORTE	33	1058	61	NORTE	76	687	60	NORTE	0	0	0	NORTE	33	1058	61
SUR	74	1056	24	SUR	0	0	0	SUR	0	0	0	SUR	74	1056	24	SUR	0	0	0	SUR	74	1056	24				
ESTE	43	151	54	ESTE	0	110	90	ESTE	0	187	153	ESTE	43	151	54	ESTE	0	110	90	ESTE	43	151	54				
OESTE	47	307	66	OESTE	33	364	0	OESTE	95	1052	0	OESTE	47	307	66	OESTE	33	364	0	OESTE	47	307	66				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 56: Hoja de cálculo "GARANTÍA 1A"

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2019	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGUN DATA	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGUN GARANTIA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGUN DATA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGUN GARANTIA	RESULTADO DE VIA PRINCIPAL Y VIA SECUNDARIA POR SEPARADO	RESULTADO FINAL															
06:00	772.5	600	300.5	150	V	V	V	2 vs 1													
07:00	907.75	600	382.25	150	V	V	V	2 vs 1													
08:00	659.5	600	341.5	150	V	V	V	2 vs 1													
09:00	642.5	600	295	150	V	V	V	2 vs 1													
10:00	684.25	600	314.75	150	V	V	V	2 vs 1													
11:00	697.5	600	312.75	150	V	V	V	2 vs 1													
12:00	611.75	600	274	150	V	V	V	2 vs 1													
13:00	653	600	315.75	150	V	V	V	2 vs 1													
14:00	568	600	298.5	150	F	V	F	2 vs 1													
15:00	631.5	600	289.75	150	V	V	V	2 vs 1													
16:00	804.5	600	296	150	V	V	V	2 vs 1													
17:00	816	600	347.5	150	V	V	V	2 vs 1													
18:00	773.75	600	331.75	150	V	V	V	2 vs 1													
19:00	483.75	600	267	150	F	V	F	2 vs 1													
20:00	383.25	600	210	150	F	V	F	2 vs 1													
21:00	391.25	600	300.5	150	F	V	F	2 vs 1													

Número de carriles de circulación por acceso	Vehículos por hora en la Via Principal (Total de ambos accesos)	Vehículos por hora en la Via Secundaria (mayor volumen de uno de los accesos)			
		100%	80%	70%	56%
1	1	500	400	350	280
2 o más	1	600	480	420	336
2 o más	2 o más	600	480	420	336
1	2 o más	500	400	350	280

8 V CONSECUTIVOS

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 57: Hoja de cálculo "GARANTÍA 1B"

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
2019	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGUN DATA	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGUN GARANTIA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGUN DATA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGUN GARANTIA	RESULTADO DE VIA PRINCIPAL Y VIA SECUNDARIA POR SEPARADO	RESULTADO FINAL																	
06:00	772.5	900	300.5	75	F	V	F	100% vs 100%															
07:00	907.75	900	382.25	75	V	V	V	100% vs 100%															
08:00	659.5	900	341.5	75	F	V	F	100% vs 100%															
09:00	642.5	900	295	75	F	V	F	100% vs 100%															
10:00	684.25	900	314.75	75	F	V	F	100% vs 100%															
11:00	697.5	900	312.75	75	F	V	F	100% vs 100%															
12:00	611.75	900	274	75	F	V	F	100% vs 100%															
13:00	653	900	315.75	75	F	V	F	100% vs 100%															
14:00	568	900	298.5	75	F	V	F	100% vs 100%															
15:00	631.5	900	289.75	75	F	V	F	100% vs 100%															
16:00	804.5	900	296	75	F	V	F	100% vs 100%															
17:00	816	900	347.5	75	F	V	F	100% vs 100%															
18:00	773.75	900	331.75	75	F	V	F	100% vs 100%															
19:00	483.75	900	267	75	F	V	F	100% vs 100%															
20:00	383.25	900	210	75	F	V	F	100% vs 100%															
21:00	391.25	900	300.5	75	F	V	F	100% vs 100%															

Número de carriles de circulación por acceso	Vehículos por hora en la Via Principal (Total de ambos accesos)	Vehículos por hora en la Via Secundaria (mayor volumen de uno de los accesos)			
		100%	80%	70%	56%
1	1	700	600	525	420
2 o más	1	800	720	630	504
2 o más	2 o más	800	720	630	504
1	2 o más	700	600	525	420

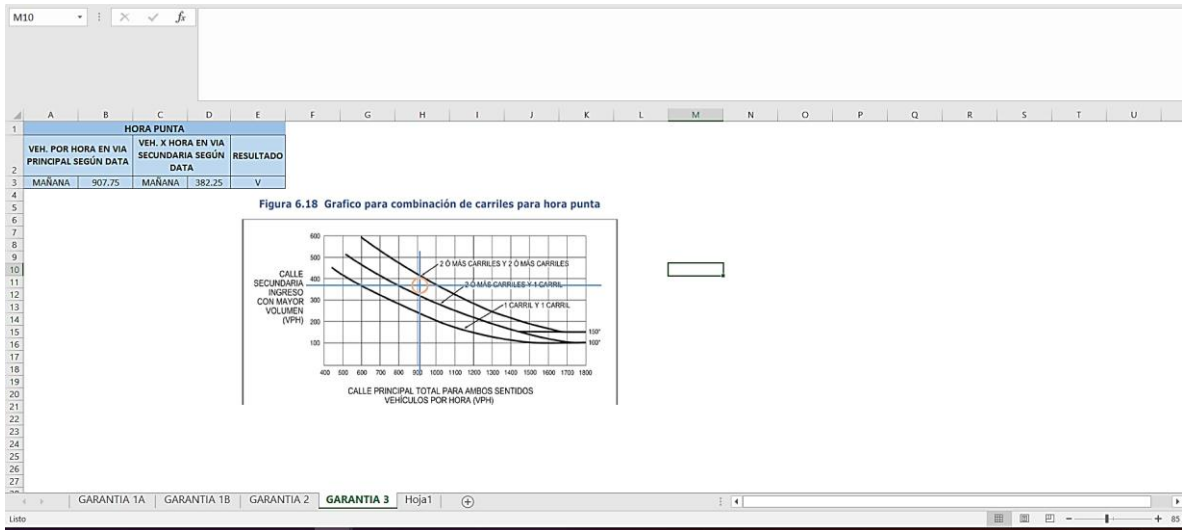
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 58: Hoja de cálculo "GARANTÍA 2"

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
2019	VEH. POR HORA EN VIA PRINCIPAL SEGUN DATA	VEH. POR HORA EN VIA SECUNDARIA SEGUN DATA	RESULTADO	CALLE PRINCIPAL TOTAL PARA AMBOS SENTIDOS VEHICULOS POR HORA (VPH)																
06:00	772.5	291	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
07:00	907.75	382.25	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
08:00	659.5	341.5	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
09:00	642.5	295	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
10:00	684.25	314.75	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
11:00	697.5	312.75	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
12:00	611.75	274	F	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
13:00	653	315.75	F	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
14:00	568	298.5	F	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
15:00	631.5	289.75	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
16:00	804.5	296	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
17:00	816	347.5	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
18:00	773.75	331.75	V	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
19:00	483.75	267	F	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
20:00	383.25	210	F	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																
21:00	391.25	300.5	F	USAREMOS LA CURVA DE 2 O MÁS CARRILES Y 1 CARRIL																

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 59: Hoja de cálculo “GARANTIA 3”



Fuente: Elaboración propia

INSTALACIÓN DE CÁMARAS

ANEXO 60: Intersección Av.Real y Bolognesi (I1)



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 61: Intersección Jr. Nemesio Raez y Jr. Manuel Fuentes (I2)



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 62: Intersección Jr. Santa Isabel y Jr. Manuel Fuentes (I3).



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 63: Cámara de vigilancia hacia la intersección I2



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 64: Cámara de vigilancia hacia la intersección I1



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 65: Cámara de celular para la intersección Av. Real y Jr. Bolognesi (I1).



Fuente: Elaboración propia